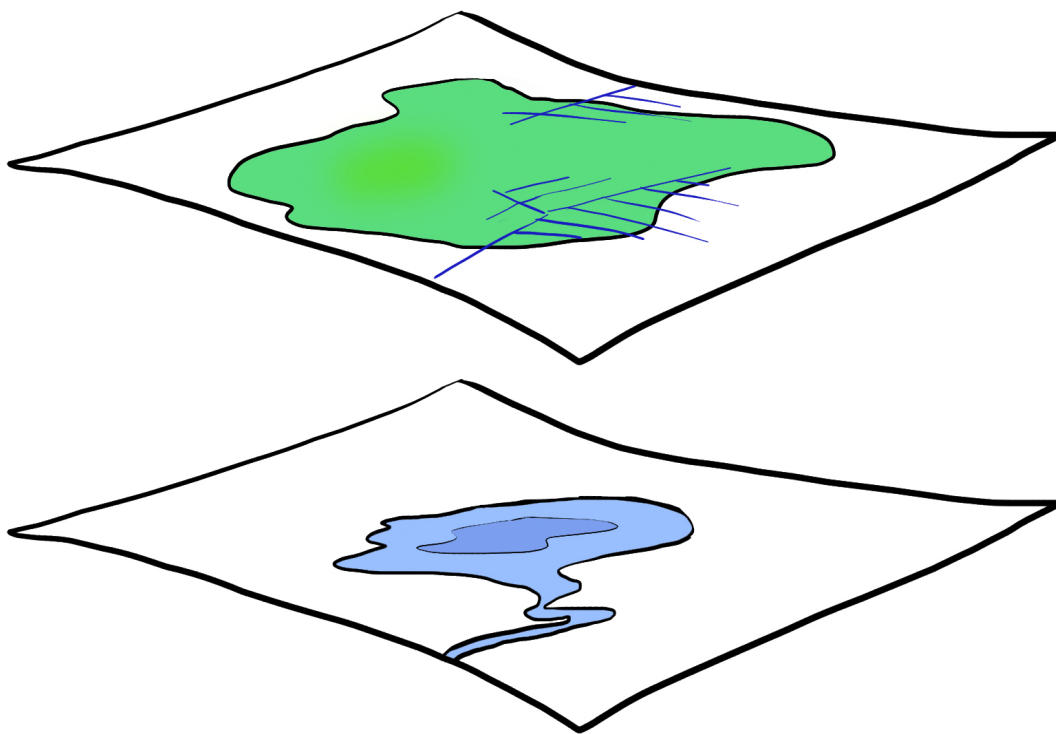


**Turve- ja laserkeilausaineistot
umpeenkasvaneiden järvien rekonstruoimisessa
ja arkeologisessa tutkimuksessa**



Niko Latvakoski
Helsingin yliopisto
Humanistinen tiedekunta
Filosofian, historian, kulttuurin
ja taiteiden tutkimuksen laitos
Arkeologia
Pro gradu -tutkielma
2014

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	3
1.1 Taustaa.....	3
1.2 Tutkimustavoitteet ja -kysymykset.....	4
2 Teoreettinen viitekehys.....	7
2.1 Arkeologinen tausta.....	7
2.1.1 Merkitys ja tutkimus.....	7
2.1.2 Maisemarekonstruktio.....	9
2.2 Luonnontieteellinen tausta.....	12
2.2.1 Järven määritelmä ja ekologia.....	12
2.2.2 Umpeenkasvu ja soistuminen.....	15
2.2.3 Suomen pienten järvien kehityksestä yleisesti.....	17
3 Aineisto.....	18
3.1 Tutkimusalueet.....	18
3.1.1 Valintakriteerit.....	18
3.1.2 Alueiden kuvaus.....	19
3.2 Paikkatietoaineistot.....	24
3.2.1 Turveaineistot.....	24
3.2.2 Korkeusmalli 2 m.....	26
3.2.3 Muu aineisto.....	27
4 Mallinnusmenetelmä.....	28
4.1 Lähtökohdat.....	28
4.1.1 Tutkimusaiheen ja -aineistojen haasteet.....	28
4.1.2 Mallinnusmenetelmän periaatteet.....	29
4.2 Menetelmäkuvaus.....	30
4.2.1 Turvepistelistan esikäsitleminen.....	30
4.2.2 Turvealueen rajaaminen.....	31
4.2.3 Rastereiden luominen.....	34
4.2.4 Sovelletun korkeusmallin interpoloiminen.....	35
4.2.5 Vedenpinnan vaihteluvälin määrittäminen.....	37
4.2.6 Rekonstruktion visualisointi ja analyysikuvat.....	39
4.3 Virheet, epävarmuustekijät ja laadun varmistaminen.....	41
5 Rekonstruktioiden tarkastelu.....	43
5.1 Haapajärven Hirsinevan–Sikaniityn alue.....	43
5.2 Iitin Suurisuon alue.....	47
5.3 Kouvolan Lylysuon alue.....	51
5.4 Pyhtään Järvensuon–Takasuon alue.....	54
5.5 Kirkkonummen Degermossenin alue.....	58
6 Pohdintaa.....	62
7 Yhteenveto.....	67
Lähdeluettelo.....	69
Käsitesanasto	
Liitteet 1–7	

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Vesistöjen umpeenkasvu on biologinen ja geologinen prosessi, ekologinen sukkessio, jossa eloperäisen aineksen kertyminen veteen on hajoamista nopeampaa, ja jonka lopputuloksena on vesistön täyttyminen eloperäisistä lieju- tai turvekerrostumista. Umpeenkasvusuoksi muuttuessaan järven piirteet muuttuvat ja katoavat lopulta täysin. Umpeenkasvu- tai täyttymisilmiö on väistämätön osa järvien elinkaarta (Cole 1975:7–8), joskin se on yleistä myös suojaisissa merenlahdissa. Suomessa järvien umpeenkasvu on ollut melko yleinen soiden syntytytapa¹ etenkin maan eteläosissa. Suokerrostumista saatujen liejuhavaintojen perusteella noin 14 prosenttia maamme soista on saanut alkunsa vesistöjen umpeenkasvussa (Virtanen et al. 2003:62). Eräiden arvioiden mukaan noin 100 000 lammen tai järven arvellaan kasvaneen umpeen jääkauden jälkeisenä aikana (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007:17).

Umpeenkasvaneet järvet ovat arkeologisesti arvokkaita etenkin siksi, että niille muodostuneiden turvekerrostumien kosteat ja hapettomat olosuhteet suojaavat ja säilövät orgaanista ainesta, esimerkiksi kasvien ja eläinten osista valmistettuja esineitä ja rakenteita, eliöiden jäännöksiä ja metallia tyypillisesti monin verroin kuivaa maata paremmin (Coles 1987). Umpeenkasvusuot kuuluvat siten erityisesti soita ja kosteikkoja tutkivan arkeologian (engl. *wetland archaeology*) piiriin. Nämä ympäristöt ovat haastavia tutkimuskohteita, sillä perinteisen kuivan maan arkeologiset menetelmät eivät aina toimi vetisessä maastossa. Uusien suokohteiden paikantaminen on erittäin vaikeaa, ja sellaisen löytyminen on edelleen poikkeuksellinen tapahtuma (Koivisto 2010). Muinaisjäännösinventoinneissa suot tapaavat jäädä vähemmälle huomiolle muun muassa siksi, että kenttätutkimuksen kohdentamista helpottavien muinaisranta-rekonstruktioiden laatiminen on ollut turvemailla käytännössä lähes mahdotonta.

¹ Muut soistumistavat ovat maan primaarinen (suoraan jään tai veden alta paljastuvan maan) soistuminen ja metsämaan soistuminen (Korhola 1990a).

Suon olosuhteiden muutokset vaarantavat muinaisjäännösten säilymisen, sillä kuivessaan turve ja kaikki sen hautaama eloperäinen aines altistuvat biokemialliselle hapettumiselle ja lahottajille (Coles 1987:21). Suomen luonnossa tähän ovat johtaneet maa-, metsä- ja turvetalouden tarpeisiin tehdyt ojitukset ja muu maankäyttö. Viimeisten vuosisatojen aikana Suomen alkuperäisestä 10,4 miljoonan hehtaarin suopinta-alasta (Ympäristöhallinto 2014a) geologista suota on nykyisin 5,1 miljoonaa hehtaaria (Flyktman 2005:16), ja tästä luonnontilassa on enää noin neljännes (Virtanen 2000). Kehityskulku on epäilemättä ollut vahingollista myös soissa piileville muinaisjäännöksille, joten soiden käyttöä koskeva keskustelu ja päätöksenteko on myös arkeologisesti tärkeää. Tämän hetken tärkein ja kauaskantoisin asiaa koskeva linjauksen lienee valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta (30.8.2012). Sen pääajatuksena on soita merkittävästi muuttavan toiminnan ohjaaminen ojitetuille tai muutoin luonnontilaltaan merkittävästi muuttuneille soille ja turvemaille. Päätös ohjeistaa ottamaan huomioon myös soiden kulttuuriarvot, mutta muinaisjäännösten suojelun kannalta se on puutteellinen. Arkeologisia kohteita voi sijaita luontoarvoiltaan vähäisilläkin paikoilla, eikä soiden kulttuurihistoriallista arvoa voida arvioida helposti. Sellaiseen soveltuvien menetelmien voidaan katsoa olevan Suomessa vielä kehitysvaiheessa. Museoviraston (2012) mukaan soiden kulttuuriperinnön huomioon ottamisella on nyt kiire. On selvää, että menetelmien kehitystyö edellyttää monitieteellistä tutkimusotetta.

1.2 Tutkimustavoitteet ja -kysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on luoda Maanmittauslaitoksen (MML) ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) paikkatietoaineistoihin perustuva pienten umpeenkasvaneiden järvien² koeluontoinen rekonstruointimenetelmä. Menetelmän kehittäminen on tarpeellista, koska soistuneilla altailla turve on tyypillisesti kasvanut muinaista vedenpinnan tasoa korkeammalle, eikä järven laajuutta voida pelkkien maanpäällisten havaintojen perusteella välttämättä lainkaan hahmottaa. Tavoitteeni on myös kartoittaa aineistojen käyttökelpoisuutta etenkin arkeologisten kenttätutkimusten kohdenta-

2 Tarkoitan tässä työssä pienillä umpeenkasvaneilla järvillä kokonaan tai pääosin soistuneita, korkeintaan muutamien kymmenien neliökilometrien kokoisia järviä. Ks. myös luvun 4.1. metodologinen määritelmä.

misessa. Tarkastelen laatimieni rekonstruktioiden ja analyysikarttojen ilmi tuomia hyötyjä ja ongelmakohtia, pohdin ennalta tunnetun arkeologisen aineiston suhdetta muinaisaltaisiin sekä esitän ehdotuksia alueista, joille arkeologista tutkimusta voitaisiin tulevaisuudessa kohdentaa. Työn keskeiset paikkatietoaineistot ovat MML:n ilmalaserkeilausaineistoon perustuva valtakunnallinen korkeusmalli 2 m ja GTK:n turvetietokannan tutkimuspisteaineisto. Aineistot sisältävät tarkkaa sijainti- ja korkeustietoa; ilmalaserkeilausaineisto maanpinnasta, ja turvetutkimusaineisto turpeensisäistä ja -alaisista kerrostumista. Turveaineistosta voidaan tuottaa pohjatopografiaa kuvaava digitaalinen korkeusmalli, ja kun suon pohjaa kuvaava korkeusmalli yhdistetään suota ympäröivän korkeusmallin kanssa, voidaan siitä johtaa soistumista edeltänyttä vesialuetta kuvaava malli eli vesistö- tai maisemarekonstruktio. Tutkimustani ovat ohjanneet seuraavat kysymykset: (1) Mitä mallintamisen ja ympäristötulkintojen kannalta oleellista tietoa aineistot sisältävät? (2) Kuinka aineistot voidaan sovittaa yhteen? (3) Millainen tarkkuus rekonstruointimenetelmällä voidaan saavuttaa? (4) Voidaanko rekonstruktioiden avulla luoda uusia arkeologisia tulkintoja? (5) Voidaanko rekonstruktioita käyttää potentiaalisten muinaisjäännösalueiden osoittamiseen ja kenttätöiden kohdentamiseen?

Järvi on ajallinen ja alueellinen käsite (Cole 1975:75). Työssäni olen käyttänyt umpeenkasvaneen järven käsitettä viittauksena ympäristöön, joka vähittäisestä soistumisesta tai tyhjentymistä johtuen ei ole enää järvi, vaan sen paikalle on muodostunut suo. Käsite viittaa siten kaikkiin järven kuroutumisen ja lopullisen soistumisen väliin jääviin vaiheisiin. Käyttämieni paikkatietoaineistojen luonteen ja tarkkuuden vuoksi työssä kehitetyn menetelmän periaatteena ei ole niinkään tarkkaan ajankohtaan sidottu vesistövaiheen rekonstruointi, vaan entisen vesialtaan rantavyöhykkeen kuvaaminen pitkällä, koko sen elinkaarelle ulottuvalla aikavälillä.

Rekonstruointimenetelmän ja arkeologisen tarkastelun kehitys- ja koeaineistona käytän viittä aluetta, jotka sijaitsevat Pohjois-Pohjanmaan, Uudenmaan ja Kymenlaakson maakunnissa. Olen valinnut alueet muinaiseen järvivaiheeseen viittaavien geomorfologisten piirteiden, soilta saatujen liejuhavaintojen sekä niiden ympäristössä sijaitsevien esihistoriallisten muinaisjäännösten perusteella. Tutkimukseen valittujen

soiden pinta-alat ovat muutamien kymmenien ja satojen hehtaarien luokkaa, joten kehittämäni menetelmä soveltunee parhaiten kyseisen kokoluokan muinaisaltaiden rekonstruoimiseen. Tästä johtuen myös työssä käyttämäni käsitteistö, tutkimusote ja -intressi painottuvat pieniin järviin.

Turve- ja laserkeilausaineistojen yhteiskäyttöä esimerkiksi geologisissa kenttä- tai rannansiirtymistutkimuksissa on hahmoteltu jo aiemmin (Maa- ja Metsätalousministeriö 2006:12; Nenonen et al. 2010:68), mutta tietävästi menetelmän kehittämiseen ei ole tähän mennessä ehditty ryhtyä. Tilanteesta johtuen tämä tutkimus painottuu menetelmän kehittämiseen ja testaamiseen umpeenkasvusoiden ympäristössä. Menetelmä on myös nähtävä yhtenä aineistojen sovelluskeinona ja jatkokehityksen kohteena. Temaattisesta rajauksesta huolimatta aihepiiri ei suinkaan ole suppea – päinvastoin jo tutkimuksen alkuvaiheessa kävi selväksi, että soistuneet muinaisjärvet ovat sekä luonnontieteellisesti että arkeologisesti laaja tutkimusaihe. Teoreettis-metodologisesti tutkimukseni voi katsoa kuuluvan ympäristöarkeologian, geoinformatiikan, geologian ja luonnonmaantieteen piiriin. Työn taustavoimana on etenkin Suomen suoarkeologisen metodologian kehittäminen ja tutkimuspotentiaalin lisääminen, mutta tuloksista voi olla hyötyä muillakin tutkimusaloilla.

2 Teoreettinen viitekehys

2.1 Arkeologinen tausta

2.1.1 Merkitys ja tutkimus

Vesistöt ovat kautta aikojen toimineet resurssien lähteenä, kulkureitteinä, puolustus-esteinä ja rituaalisina paikkoina. Ihmisen suhde järviin on luonnollisesti vaihdellut muun muassa toimeentulostrategioista riippuen. Eurooppalaisessa mesoliittisen ja subneoliittisen kauden tutkimuksessa pienet, ravinteikkaat järvet on merenrannikko-vyöhykkeiden ohella katsottu varsin merkittäväksi metsästäjä-keräilijäväestöjen toimeentuloa ja liikkumista ohjanneeksi ympäristöksi. Yleisen näkemyksen mukaan tähän on syynä epipaleoliittisella ja mesoliittisella kaudella tapahtunut suurriistan väheneminen ja siitä seurannut erikoistuminen vesistöjen tarjoamiin resursseihin. (ks. Clarke 1976; Lewthwaite 1986; Zvelebil 1987; Siiriäinen 1981.) Monet maineikkaat mesoliittiset kohteet, kuten Star Carr Englannissa (Milner 2007), Friesack Saksassa (Gramsch & Kloss 1990) ja Kanaljorden Ruotsissa (Hallgren 2011) ovatkin juuri suoarkeologisia järvikohteita. Neoliittisella ajalla, maanviljelyksen ja domestikaation yleistymisen myötä asutuksen painopisteen on toisaalta arveltu siirtyneen vesistöiltä otollisemmille viljelysmaaille (Vencl 1986:47), toisaalta voidaan havaita järvien hyödyntämisen kasvu esimerkiksi Brittein saarilla ja Alpeilla, joissa yleistivät järvien päälle rakennetut paalukylät tai keinotekoiset saaret (Sherratt 2001:183). Järvien ympäristöön syntyi metallikausina edelleen suurempia paalukyläiä, kauppapaikkoja ja linnoituksia, kuten Biskupinin muinaiskaupunki Puolassa (Cunliffe 2001:352). Varsinaisten asuinpaikkojen ohella tyypillisinä suolöytöinä on saatu erilaisia rakenteita, kuten kalastusrakennelmia, siltoja, laitureita ja lukemattomia hyvin säilyneitä pyynti- ja työvälineitä (ks. mm. Zvelebil 1987:100). Suoarkeologisilta kohteilta on tyypillisesti saatu runsaasti sellaista tutkimusaineistoa, jonka löytyminen kuivan maan kohteilta ei useinkaan ole edes mahdollista.

Muun Euroopan tavoin Suomestakin tunnetaan suokohteita, muiden muassa kalastusrakennelmia ja esihistoriallisia asuinpaikkoja (Koivisto 2011). Tunnetuimpia kohteita maassamme ovat muun muassa Humppilan Järvensuo (Aalto et al. 1985) ja Riihi-

mäen Silmäkenevan muinaisjärven alue useine kohteineen (Matiskainen & Zhilin 2003). Merkittävä asuinpaikkakokonaisuus on löydetty myös Lahden–Orimattilan Pennalan umpeenkasvaneen muinaisjärven ympäristöstä (Sirviö & Kajander 2003). Lisäksi mainittakoon Keuruun Suojoen historiallinen varastointipaikka (Taavitsainen et al. 2007) sekä viime vuosina myös järvikohteeksi osoittautunut Isonkyrön Leväluhdan rautakautinen kalmisto (Wessman 2009).

Suoarkeologiset järviasuinpaikat ovat maassamme verrattain pienialaisia, minkä vuoksi niiden on epäilty olleen pitkälti kausiluonteisia, lähialueen hyödyntämiseen tarkoitettuja paikkoja (Koivisto 2011:37–38; Aalto et al. 1985). Siiriäisen (1981; 1987) esittämässä kivisten pyyntikulttuurien neljän toimeentulovyöhykkeen mallissa hiljattain kuroutuneet pienet järvet toimivat rannikoiden väestölle pääasiassa alueina, joilla viivytettiin lyhyitä aikoja kerrallaan asuinpaikkojen ollessa leiriytymis-, työ- tai valmistuspaikkoja. Riihimäen Silmäkenevan muinaisjäännöksillä tehty kaivaus- ja inventointitutkimukset ovat toisaalta osoittaneet, että altaalla on ollut laajaa asutusta ja luonteeltaan se on ollut muutakin kuin sesonkiluonteista (Ruohonen 2007). Ympäristön muutoksesta, kuten rannikon etääntymisestä ja vedenpinnan voimakkaista vaihteluista huolimatta asutus on myös ollut moniperiodista. Tutkimuksissa on saatu merkkejä myös siitä, että kohteet ovat usein ulottuneet asutusvaiheessaan suolle tai tulvakerrostumien päälle; tästä kertovat ilmeisesti turpeen päälle asetetut tuohet, lieden jäännökset ja kulttuurikerrokset (ks. mm. Matiskainen & Jussila 1999; Matiskainen et al. 2000). Lisäksi Silmäkenevan kohteilta, kuin myös esimerkiksi Humppilan Järvensuon moniperiodisen asuinpaikan välittömästä läheisyydestä on löydetty kalastukseen tai muutoin veden ääressä asumiseen liittyneitä puurakenteita (Aalto et al. 1985). Pienten kuivuneiden tai umpeenkasvaneiden järvien arkeologinen potentiaali on havaittu Suomessa jo vuosikymmeniä sitten, mutta soiden ja kosteikkojen runsaudesta huolimatta uusia kohteita löydetään harvoin, ja esimerkiksi järviasuinpaikat ovat edelleen jokseenkin tuntematon kohdeluokka suomalaisessa arkeologiassa (Koivisto 2011:38).

Suoarkeologinen tutkimus on ollut Suomessa kaiken kaikkiaan vähäistä; joitain osin temaattisesti soihin tai muinaisjärviin kohdistuneita arkeologisia hankkeita on silti toteutettukin (ks. Matiskainen & Ruohonen 2004; Mikroliitti Oy 2005; Sirviö & Kajander 2003). Muualla naapuri- ja Itämeren piiriin kuuluvissa maissa suoarkeologian voi katsoa olevan tunnetumpaa, ja niissä on myös tehty muinaisjärviin liittyneitä tai suoranaisesti kohdistuneita arkeologisia poikkitieteellisiä tutkimuksia. Läpileikkauksena aiheeseen liittyvästä laajasta tutkimushistoriasta mainittakoon tässä suokaivaukset Venäjällä (ks. Matiskainen & Zhilin 2003), suo- ja meriarkeologiset tutkimukset Baltian rannikkoalueella (ks. Bērziņš 2008) sekä turvetuotantoalueiden inventointi- ja kaivaustutkimukset Etelä-Ruotsissa (ks. Larsson & Sjöström 2010).

2.1.2 Maisemarekonstruktiot

Visuaalisilla, maisemaa tai luonnontilaa, esimerkiksi vesistöä tai kasvilajien levinneisyyttä esittävillä maisemarekonstruktioilla on takanaan pitkä historia arkeologisessa tutkimuksessa. Rekonstruktioiden laadintaa ohjaa aina tieteellinen kysymyksenasettelu, ja useimmiten varsinaisen rekonstruktion tehtävä on havainnollistaa tutkimuksessa saatua tulosta. Rekonstruointi perustuu tätä nykyä tietokonemallintamiseen, ja se on laajaa ja monitieteistä, sillä mallien pohjana voidaan käyttää luonnontieteellistä ja arkeologista dataa. Tietokoneiden suorituskyvyn kasvun ja mallinnusohjelmistojen sekä aineistojen monipuolistumisen myötä arkeologiaan vaikuttaa kehittyneen mallintamista ja rekonstruktioita tutkiva ja kehittävä tieteenhaara, jonka keskuudessa on alettu yhä enemmän puhua mallien luotettavuudesta, yhteisistä säännöistä tai käytännöistä (ks. mm. Fyfe et al. 2010; Uotila 2011:56–57 viitteineen).

Suomessa perinteisintä maisemarekonstruktioityyppiä edustanevat geologiset muinaisrantoja esittävät vesistörekonstruktio kartat, joita alettiin laatia pian sen jälkeen, kun jääkauden jälkeistä rannansiirtymisilmiötä alettiin tutkia. Vesistörekonstruktiot kuvaavat yleensä lähinnä muinaista vesistövaihetta tai rantaviivaa, ja niiden aineistona käytetään tavanomaisesti maanpinnan kolmiulotteista tietoa sekä luonnontieteellistä tutkimusaineistoa. Rannansiirtymistä esittävien rekonstruktioiden taustalla voidaan nähdä pitkä ja syvä yhteistyö arkeologian ja geologian välillä (ks. mm.

Ramsay 1926; Luho 1953; Siiriäinen 1969), vaikka tutkimustavoitteet ovatkin tieteenalojen välillä olleet erilaiset (Kylli 2001:22). Arkeologiassa vesistörekonstruktioilla on ollut erilaisia käyttötarkoituksia, joista oleellisimpina mainittakoon ennustavien mallien laatiminen, kenttätöiden suunnittelu ja kohdentaminen, esihistoriallisten kohteiden ajoittaminen (Pesonen 2009:189; Kirkinen 2000; Siiriäinen 1987) sekä arkeologisen kulttuuriperinnön elävöittäminen ja popularisointi. Vesistöjen kehitysvaiheiden tutkimus on vaikuttanut suomalaiseen arkeologiaan merkittävästi. Siinä missä Suomen suurimpien järvien vesistöhistoria on voitu selvittää kokonaisuudessaan (Tikkanen 2002), on pienten vesistöjen tutkimusmetodologia jäänyt vähemmälle huomiolle. Järvien rannansiirtymistä mallintavia paikkatietoratkaisuja ovat esittäneet muun muassa Saarelainen ja Vanne (1997) sekä Jussila (2004), mutta pienehköjen, alle muutaman sadan hehtaarin kokoisten tai etenkin umpeenkasvaneiden järvien kehityshistoriaa ja rekonstruoimista käsittelevä tutkimus on jäänyt vähäisen mielenkiinnon kohteeksi eri tieteenalojen keskuudessa (Sirviö & Kajander 2003:86) joitain poikkeuksia lukuun ottamatta (ks. mm. Korhola 1990b; Tikkanen & Korhola 1993).

Umpeenkasvaneiden järvien tunnistamista maastosta ovat sivunneet muun muassa arkeologisen inventoinnin näkökulmasta Saukkonen (2000:115, 118–120) sekä ympäristömallintamista käsittelevissä opinnäytetöissään Kylli (2000:47) ja Skantsi (2001). Rekonstruktioita on laadittu myös populaarimpia julkaisuja varten (ks. Matis-kainen & Ruohonen 2004; Seitsonen 2010). Kokonaisuudessaan muinaisjärvien tunnistus- ja mallinnusmetodologian voidaan katsoa perustuneen ja rajoittuneen pääasiassa ortoilmakuvien sekä perus- ja maaperäkarttojen tarjoamaan tietoon ja tarkkuuteen. Ihmisen laskemien ja tyhjentämien järvien kohdalla on hyödynnetty luonnollisesti myös historiallisia karttoja. Inventointitutkimuksissa aineistot lienevät useimmiten osoittautuneen tarkkuudeltaan riittäviksi, sillä mielenkiinto on kohdistunut laajoille alueille, eikä useinkaan vain tietyn muinaisaltaan rannoille. Tarkempien rekonstruktioiden tarve on oletettavasti noussut esiin vasta prospektointi- tai kaivaus-tutkimuksissa. Kairauksiin perustuvien turveaineistojen soveltuvuus muinaisjärvivai-

heiden kuvaamiseen on osoitettu GTK:n turvetutkimuksissa (Stén & Moisanen 2000:25) sekä Korholan (1990b; 1992) soistumisdynamiikkaa käsittelevissä tutkimuksissa.

Maisema- tai vesistörekonstruktioiden laatimiseen ja käyttöön liittyy teoreettis-metodologisia ongelmia. Yksi on se, että rekonstruktioiden pohjana käytetty tieto on saatanut käydä läpi useita tulkinta- ja muunnosvaiheita (esimerkkinä tästä vaikkapa stereoilmakuvista tuotettujen peruskartan korkeuskäyristä interpoloitu korkeusmalli), mikä lisää mallin epävarmuutta. Toinen merkittävä ongelma liittyy nykytopografiaan pohjautuvan paikkatiedon käyttämiseen vesistörekonstruktion pohjana. Luonnolliset ja maankäytön aiheuttamat prosessit kuluttavat ja kerrostavat ainesta, mikä johtaa maanpinnan, maiseman ja maaston kuviorajojen muuttumiseen. Kolmiulotteisten rekonstruktioiden laatimisen kannalta tämä on haaste etenkin topografisesti suhteellisen tasaisilla alueilla, joilla sedimenttien muodostuminen muuttaa helposti rantaviivan paikkaa. Nykytopografiaan pohjautuva paikkatieto ei siis useinkaan ole käyttökelpoista laakeilla suo- ja kosteikkomailla tai loivilla rannoilla. Niinpä maanpinnan tai vedenpohjan alla piilevien kerrostumien huomioon ottamista on alettu korostaa viimeaikaisissa maisemarekonstruointia käsittelevissä tutkimuksissa yhä voimakkaammin (ks. Uotila 2011; Burg 2013). Esille on noussut ”totaalisten” rekonstruktioiden tarve, eli erilaisten luonnontieteellisten aineistojen soveltava käsittely siten, että rekonstruktio saadaan vastaamaan mahdollisimman tarkoin tutkittavan ajankohdan tilannetta (Burg 2013). Umpeenkasvaneiden järvien rekonstruoinniseksi on käytettävä totaalisen mallintamisen keinoja ja aineistoja, kuten soiden turve- ja liejuhavaintoja.

Vesistörekonstruktioissa³ muinaismaiseman piirteistä korostetaan usein pelkkä veden peittämä alue, mutta samaan rekonstruktioesitykseen voidaan sisällyttää muitakin maastokuvioita. Mallintaminen ei useinkaan ole helppoa, vaan yleensä rekonstruktioiden laatiminen edellyttääkin luonnontieteellistä erikoistumista ja teknistä osaamista (Uotila 2011:57). Laatijan lisäksi myös muiden rekonstruktioiden käyttäjien on

3 Työssäni käytän sanaa vesistörekonstruktio mallista, jonka on tarkoitus kuvata ennallistettua eli rekonstruoitua muinaista vedenpinnan tasoa ja altaan laajuutta. Mallintamisella viitataan yleisesti työprosessiin, jolla voi olla moniakin tavoitteita, muiden muassa vesistörekonstruktion luominen.

syytä olla tietoisia siitä, millaisia ovat rekonstruktioissa käytettyjen aineistojen ja menetelmien luonne ja tarkkuus. On erittäin tärkeää ymmärtää *mitä* rekonstruktio oikeastaan kuvaa.

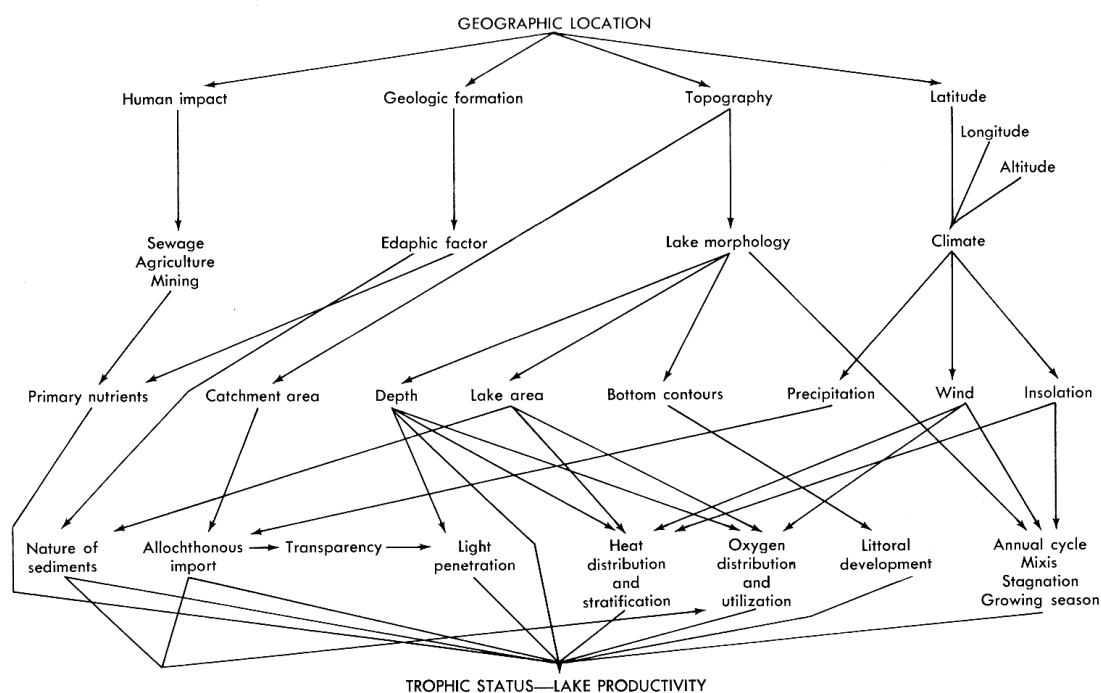
2.2 Luonnontieteellinen tausta

2.2.1 Järven määritelmä ja ekologia

Järvelle ei ole yksiselitteistä globaalia määritelmää. Se voidaan ajatella merestä erillään olevaksi veden täyttämäksi, pinnaltaan vakaaksi maanpinnan painaumaksi. Kuusisto ja Hyvärinen (2000:5) ovat esittäneet järvelle seuraavat kriteerit: (1) vesi täyttää painanteen tai painanneryhmän osittain tai kokonaan; (2) vedenpinta on vesialueen eri osissa lähes sama lukuun ottamatta tilapäisiä tuulen tai jään aiheuttamia poikkeamia; (3) tulovirtaaman suhde tilavuuteen on niin pieni, että valtaosa veteen liettyneestä aineksesta laskeutuu pohjaan; (4) pinta-ala on riittävä ja (5) vedenpinta ei pysyvästi seuraa meriveden korkeuden vaihteluita. Edellä mainitut kriteerit sulkevat pois joitain ekologisilta olosuhteiltaan järveä muistuttavia ympäristöjä, kuten pieniä lampia, osan aikaa kuivuneena tai joen osana olevia altaita sekä maankohoamisrannikolla yleisiä suojaista flada-lahtia ja mereen ajoittain kytköksissä olevia murtovetisiä kluuvijärviä (fladoista ja kluuveista ks. Munsterhjelm 1997).

Järvien määritteleminen voi tapahtua myös erityisen luokittelun kautta. Koska maapallon järvet ovat ominaisuuksiltaan vaihtelevia, on järvien luokittelulla ollut vahva merkitys limnologisessa tutkimusperinteessä. Nykyään ovat vakiintuneet järven pinta- ja alusveden kerrostuneisuuteen ja kiertoon eli miktisyyteen (Lewis 1983), aikayksikössä järveen kertyvän orgaanisen aineksen määrään eli trofiatasoon (Rodhe 1969:50–54) sekä syntyperään eli geomorfologiaan (Wetzel 2001:23–34) perustuvat luokittelut. Näistä kaksi edellistä perustuvat kenttätutkimuksessa saatuun havaintoaineistoon. Jälkimmäisin luokittelu on tulkinnallisempi ja se mahdollistaa myös kuivuneiden ja muuttuneiden altain tarkastelun järvinä.

Vesi päätyy järviin sateen, pintavaluman ja pohjaveden kautta, ja se poistuu joko las-
ku-uomia pitkin, tihkumalla maaperän tai peruskallion halkeamien läpi tai haihtumal-
la ilmaan. Vesitasapaino ja maanpinnan muodot määrittelevät järven koon, muodon
ja tilavuuden. Lisäksi veden kiertokulku vaikuttaa sekä morfologisiin prosesseihin,
kuten rantamuodostumien ja uomien kehittymiseen sekä sedimenttien kasautumiseen
ja ekosysteemiin. (Wetzel 2001:43–48.)



Kuva 1. Biologisen tuotannon taustavaikuttajat järvessä (Cole 1975:5).

Järviekosysteemi koostuu järvestä ja sen valuma-alueesta. Biologista toimintaa oh-
jaavat monet toisiinsa vuorovaikutteiset muuttujat, kuten auringonvalo, järveen las-
keutuneet ainekset, veden läpikuultavuus ja syvyys (kuva 1; Wetzel 2001:130–150;
Cole 1975:5). Ekosysteemi on herkkä muutoksille, mistä esimerkkinä mainittakoon
ihmistoiminnan aiheuttama järvien rehevöityminen, happikato ja vesieläinten jouk-
kokuolemat (Brönmark & Hansson 1998:176–177). Toisaalta järven trofiataso voi
pysyä lähes muuttumattomana tuhansiakin vuosia (Cole 1975:17). Elävät organismit
muodostavat vain pienen osan järvien koko orgaanisesta aineksesta. Valtaosa siitä on

elotonta detritusta eli vedessä liuenneena tai partikkelimuodossa olevaa ainesta. Vedessä se päättyy eliöiden aineenvaihduntaan, virtaa pois tai kerrostuu riittävän rauhallisissa kohdissa järven pohjaan. (Wetzel 2001:139.)

Veteen syntyneet eli limniset (tai lakustriset) sedimentit koostuvat kolmesta perusosasta: eriasteisesti maatumesta orgaanisesta aineksesta, partikkelimuotoisesta mineraaliaineksesta sekä veden epäorgaanisesta, mutta eloperäisestä aineksesta, kuten kalkkikuorista. Sedimenttejä, joissa orgaanisen aineksen osuus on yli 30 prosenttia, kutsutaan liejuiksi. Niiden muodostuminen voi olla monivaiheista, sillä suuri osa pohjaan ajautuneesta aineksesta päättyy pohjaeliöstön ravinnoksi ja sitä kautta ulosteeksi. Ravinne- ja happiolosuhteet vaikuttavat liejun koostumukseen, väriin ja hajuun merkittävästi, sillä esimerkiksi hapettomissa olosuhteissa orgaanisen aineksen hajottajina toimivat rikki- tai metaanibakteerit. (Lappalainen et al. 1984:38; Wetzel 2001:631–632; Salonen et al. 2002:63–64.) Limniseksi sedimentti katsotaan silloin, kun eloperäisen aineksen osuus siinä on yli 6 painoprosenttia (Lappalainen et al. 1984:38). Limnisten sedimenttien luokittelu perustuu niiden rakenteeseen, syntytaapaan, orgaaniseen tai kemialliseen koostumukseen. Luokitteluisissa voi olla joitain kansainvälisiä ja käyttötarkoituksen mukaisia eroja (taulukko 1).

Sedimentti	Tyypillinen kerrostumisympäristö	Koostumus ja muita piirteitä
Järvimuta	Rahkasoiden tai kangasmaiden ympäröimä tai soistunut allas	Humusta jopa 80–90%
Karkeadetrituslieju	Matala, muutamien metrien syvyinen vesi	Karkeita kasvien jäännöksiä, siitepölyä ja itiöitä, piileviä, hyönteisten jäännöksiä ja mineraalirakeita
Hienodetrituslieju	Edellistä syvempi vesi	Muodostunut vesieläinten ulostuksista ja muusta hienojakoisesta eliöjätteestä. Jaetaan alaluokkiin leväjäännösten ja kivennäisaineksen osuukseen mukaan piileväliejuun, piimaahan ja leväliejuun
Savilieju	Syvät järvet ja merenlahdet	Pääasiassa savi- ja muita kivennäisaineita, orgaanisen aineksen osuus 6–15%
Kalkkilieju eli järvikalkki	Makeat vedet	Runsasti kalkkiyhdisteitä
Simpukkamaa eli kuorimerkeli	mm. Litorinameren peitossa olleet rannikkoalueet	Pääasiassa merisimpukoiden ja kotiloiden kalkkipitoisia kuoria

Taulukko 1. GTK:n käyttämiä limnisten sedimenttien luokittelutapoja (Lappalainen et al. 1984:38–39).

Limnisten sedimenttien muodostuminen riippuu aineksen kertymisen, kulkeutumisen ja koostumuksen lisäksi aallokon, virtausten, turbidiittisten pohjaliejuvyöryjen, kaa-sunmuodostuksen ja eliöiden aikaansaamista pohjadynaamisista vaikutuksista. Jär-vissä voidaan erottaa aineksen, jopa eri liejutyypikohtaiset kerrostumis-, kulkeutu-mis- ja kulutusvyöhykkeet sekä löyhyttelypohja, jossa aallokko pitää pohjan orgaa-nista ainesta lähes jatkuvassa liikkeessä, mutta jossa aines laskeutuu samoille sijoil-leen. (Salonen et al. 2002:61–62.) Aaltoliike ja virtaukset siirtävät ainesta sitä kauemmaksi kohti järven keskustaa, mitä hienojakoisempaa se on, raskaampien par-tikkelien jäädessä lähemmäksi rantaa. Kerrostumisvyöhykkeen raja eli kerrostumista-so (engl. *sediment limit*, Digerfeldt 1986:130), jonka alapuolelle sedimentti voi alkaa muodostua, voi vaihdella ajan ja paikan mukaan. Pohjadynaamisia muutoksia voivat aiheuttaa esimerkiksi tuulen yleissuunnan, kasvillisuuden ja vedenpinnan korkeuden vaihtelut (Dearing & Foster 1986:70; Digerfeldt 1986:129–131).

Sedimentit ovat luonnontieteellisesti ja vesistörekonstruktioita ajatellen erityisen ar-vokasta aineistoa, sillä ne säilövät merkkejä vedessä ja ympäristössä vallinneista olo-suhteista. Häiriintymättömän sedimenttisarjan silmämääräinenkin tarkastelu voi pal-jastaa järven elinkaaren muutoksia, ja laboratorioanalyysissä voidaan kehityshisto-ria ja järviekologiset tekijät selvittää hyvinkin tarkasti. Esimerkiksi se, milloin tutkit-tu allas on ollut järvi vai suojainen merenlahti, voidaan selvittää piileväanalyysillä (ks. mm. Miettinen et al. 1999:15). Kattavan vesistö- tai ympäristöhistoriallisen ta-pahtumasarjan rekonstruoiminen edellyttää tyypillisesti erityyppisten näyteaineisto-jen kokoamista ja tarkastelua (Dearing & Foster 1986:71; Digerfeldt 1986:130).

2.2.2 Umpeenkasvu ja soistuminen

Vesistöjen umpeenkasvu voi olla pohjanmyötäistä, vedensisäistä ja pinnanmyötäistä. Hidasta pohjanmyötäistä täyttymistä tapahtuu jatkuvasti sedimenttien kerrostumisen myötä (Cole 1975:8). Varsinaisesta pohjanmyötäisestä umpeenkasvusta puhutaan sil-loin, kun järven ranta- eli littoraalivyöhykkeen vesikasvit valtaavat pohja-alaa ja muodostavat kuollessaan suuria määriä karkeadetritusta ja lopulta turvetta (Wetzel 2001:814–818). Tämä on yleistä runsasravinteisissa järvissä, ja sen etenemistä vauh-

dittaa rehevöityminen. Sitä voivat aiheuttaa tapahtumat, jotka johtavat ravinteiden valumiseen järviin tai vedenpinnan laskuun. Umpeenkasvun taustalla voi olla esimerkiksi kuiva ilmastovaihe, josta seuraava veden mataloituminen edesauttaa rantakasvillisuuden levittäytymistä ja biologista tuotantoa. (Alasaarela & Rantala 1990; Korhola 1990a, 1990b; Tikkanen & Korhola 1993:23.)

Pinnanmyötäinen umpeenkasvu on yleistä oligotrofisilla ja dystrofisilla (vähäravinteisilla ja humuspitoisilla) tai jyrkkärantaisilla järvillä sekä suojaisissa merenlahdissa. Soistuminen tapahtuu siten, että järven rannoille muodostunut rahkasammalkasvusto (*Sphagnum*) alkaa muodostua hyllyväksi vedenpäälliseksi turvelautaksi, joka vähitellen peittää järven levittäytymällä kohti sen keskustaa. Järven syvänekohtien paikalle voi jäädä relikteisiä avovesilampia, tai turpeen sisään voi jäädä vesilinssejä. (Korhola 1990a:259.) Rahkasammallautan kasvaessa järven pohjaan voi kertyä turveperäistä järvimutaa (Wetzel 2001:820–821).

Kolmanneksi umpeenkasvutavaksi on erotettu myös intra-akvaattinen eli vedensisäinen kasvu, jossa löyhästi pohjaan kiinnittyneet vita- (*Potamogeton* spp.) ja ärviälajit (*Myriophyllum* spp.) uppoavat ja kuolevat veteen. Tämä on ominaista humuspitoisille järville. (Hellsten & Nybom 1990; Korhola 1995:14.)

Turpeen kasvulle suotuisissa olosuhteissa, kuten Korholan (1992:85) tutkimalla Pyhtään Munasuolla, on suon horisontaalinen kasvu ollut tiettyinä aikoina jopa useita metrejä vuodessa, joten inhimillisestä näkökulmasta vesistöjen umpeenkasvu on saattanut vaikuttaa paikoin dramaattiseltakin ympäristönmuutokselta. Umpeenkasvusta alkunsa saanut suo levittäytyy usein myös lähiympäristöön metsämaan soistumisena (Korhola 1990a:260; Wetzel 2001:820). Tähän laajentumisprosessiin, erityisesti suon kasvaessa ylämäkeen, voi lisäksi liittyä myös pienten lampien muodostumista (Foster & Fritz 1987). Kokonaisuudessaan umpeenkasvuun liittyvien tapahtumien kulku voi olla monimutkainen yhdistelmä eri soistumistapoja, altaiden täyttymistä ja tyrehtymistä. Tosiasiassa onkin epäselvää, missä järven elinkaari loppuu ja suon alkaa. Esimerkiksi soiden pienten lampi- tai järvivaiheiden tunnistaminen stratigrafisin ja sedimentologisin keinoin on vaikeaa (Korhola 1990a:258).

2.2.3 Suomen pienten järvien kehityksestä yleisesti

Suurin osa Suomen järvioltaista on glasiaalista perua, eli ne ovat syntyneet jäätikön muovaaman maaperän painanteisiin (Salonen et al. 2002). Vedenkoskemattomilla alueilla altaat syntyivät suoraan mannerjään alta paljastuttuaan, vedenkoskemilla alueilla ne kuroutuivat Itämerestä tai sen muinaisvaiheista. Vedenkoskemilla alueilla altaiden pohjalle on usein ehtinyt muodostua saviliejua tai muita veteen muodostuvia sedimenttejä ennen niiden kuroutumista järviksi. Joissain altaissa umpeenkasvu saattoi alkaa – ja myös päättyä jo kluuvi- tai fladavaiheessa, kuten nykyisinkin tapahtuu (Munsterhjelm 1997:50–54). Itämeren alta paljastuneet maat olivat alkuaan runsasravinteisia, ja sen vuoksi järvien eutrofisuus oli nykyistä yleisempää. Ajan saatossa valuma-alueiden maaperän ravinteet niukkenivat, ja järvet muuttuivat oligotrofisiksi tai dystrofisiksi (Tikkanen 1990:251; Tolonen 1980). Erityisen voimakas umpeenkasvu vaihe seurasi subboreaalisen ilmastovaiheen alussa, jolloin vedenpinnat pysyivät kuivuudesta johtuen matalalla (Korhola 1990a:259–260; Tikkanen & Korhola 1993:23). Tämän voimakkaimman vaiheen jälkeenkin umpeenkasvua on tapahtunut. Soistumistavoista umpeenkasvun osuus on ollut suurinta eteläisen Suomen keidassuovyöhykkeellä, jossa vähintään noin 20% tai ehkä jopa yli puolet soista on saanut alkunsa umpeenkasvussa (Korhola 1990a:261). Pohjois-Suomen laajoilla aapasoida, joilla liejujen osuus turvenäytteissä on suhteellisesti pienin, vain 12–13% (Virtanen et al. 2003:62), on umpeenkasvu ollut koko suoala huomioiden silti melko merkittävää.

Viimeisten vajaan kolmensadan vuoden aikaan on tuhatkunta järveä joko kokonaan kadonnut tai supistunut massiivisten maatalouden kuivatushankkeiden myötä (Anttila 1967). Monet näistä järvistä ovat luultavasti olleet jo sukkessionsa loppuvaiheessa, mataloituneita ja lähes kokonaan soistuneita. Tällaisia epämääräisiä tapauksia lienee tulkittu Suomessa myös soiksi, jolloin niiden olemassaolo järvinä on päättynyt ojitukseen. Muinaisia lampia ja järviä kätkeytyy Suomen pelto- ja metsämaisemaan tuhansittain.

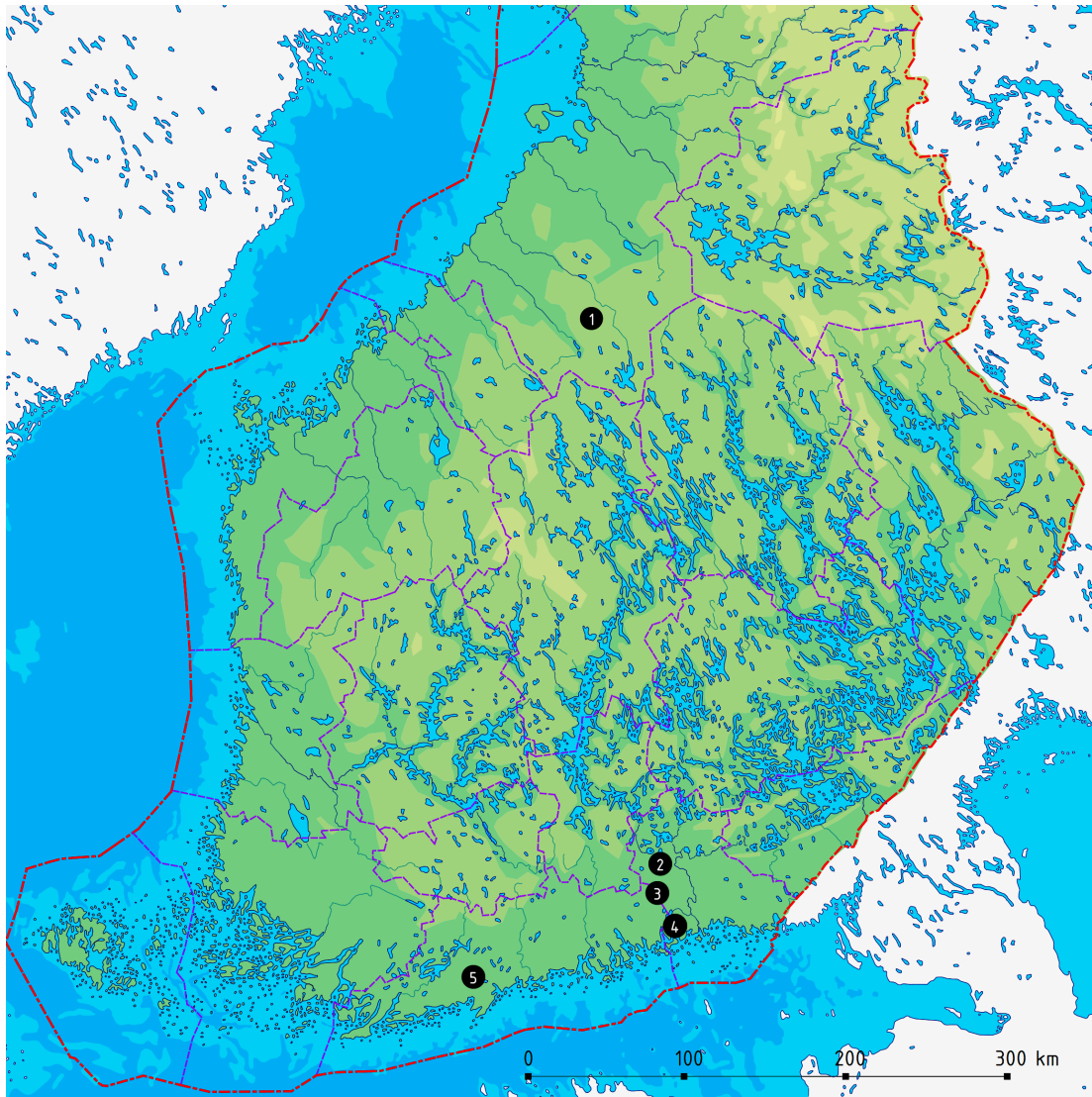
3 Aineisto

3.1 Tutkimusalueet

3.1.1 Valintakriteerit

Valitsin tutkimuskohteiksi viisi yhdestä tai useammasta suosta koostuvaa aluetta eri puolilta Suomea. Aineiston valinta muodosti työssäni esitutkimusvaiheen, jossa tavoitteenani oli kartoittaa Suomesta mallinnusmenetelmän kehittämiseen ja testaamiseen soveltuvia alueita. Käytin sopivien kohteiden valinnassa kolmea kriteeriä: (1) Alueelta on saatavissa GTK:n turvetutkimuksia, (2) alueen geomorfologiset piirteet ja turvetutkimustiedot viittaavat muinaiseen järveen ja (3) alueen soilta, niiden läheisyydestä tai lasku-uomista on löydetty kiinteitä muinaisjäännöksiä tai irtolöytöjä. Sopivien kohteiden etsinnässä käytin muun muassa GTK:n, MML:n, Suomen ympäristökeskuksen ja Museoviraston paikkatietoaineistoja ja raportteja. Parhaaksi keinoksi työvaiheessa osoittautui Museoviraston muinaisjäännösrekisterin kohdepisteiden, GTK:n turvetutkimusten indeksikartan sekä MML:n korkeusmalli 25 m:iin pohjautuvan vinovalovarjostekuvan asettaminen päällekkäin ja visualisointi siten, että kykenin erottamaan mahdolliset muinaisaltaat kartalta nopeasti. Määrittelin tutkimusalueiden rajoiksi suoaltaat ja niitä rajaavat maaston muodostumat, ja otin tarkasteluun myös oletettujen lasku-uomien varret.

Vaikka hakualueena oli koko maa, painottui haku valintakriteereistä johtuen alueille, joilta oli saatavilla laserkeilausaineistoa, joilla arkeologinen ja turvegeologinen tutkimusaktiivisuus oli ollut suurta, ja joilla umpeenkasvu oli ollut vesistöjen yleinen soistumistapa. Haussa paljastui joukko kiinnostavia alueita etenkin Etelä-Suomesta, kun taas Itä- ja Pohjois-Suomessa potentiaali jäi tunnistamatta. Lopullisiksi tutkimusalueiksi valitsin suotyypin, luonnontilaisuuden, topografisten piirteiden ja turveaineistojen kattavuuden suhteen vaihtelevia kohteita (kuva 2).



Kuva 2. Tutkimusalueiden sijoittuminen Suomen kartalla.
 (1) Haapajärvi, Hirsinevan–Sikaniityn alue; (2) Iitti, Suurisuon alue;
 (3) Kouvola, Lyllysuon alue; (4) Pyhtää, Takasuon–Järvensuon alue;
 (5) Kirkkonummi, Degermossenin alue. Tausta-aineisto © MML 2014.

3.1.2 Alueiden kuvaus

Hirsinevan–Sikaniityn alue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Haapajärven kaupungin pohjoisosassa (liite 1). Alue koostuu suurelta osin luonnontilaisen Hirsinevan sekä täysin ojitetun Sikaniityn ympäristöstä. Hirsineva on pohjois–etelä-suuntainen aapasuo, jonka laajuus on yli 300 hehtaaria ja korkeus on 134–141 mmpy. Se on suurimmaksi osin avoin, ja se kuuluu Natura 2000 -suojeluohjelmaan. (Korpijaakko & Koi-visto 1986:154; Ympäristöhallinto 2014b; kuva 3.) Sikaniitty kasvaa metsää, ja se on luoteis–kaakkoissuuntainen, noin 60 hehtaarin laajuinen ja sen korkeus on 131–134

mmpy. Suot rajoittuvat monin paikoin salmien kautta toisiinsa sekä muihin suoalueisiin, minkä vuoksi tähän rajoiltaan epämääräiseen alueeseen voidaan laskea osittain mukaan myös Hirsinevan länsipuolella sijaitseva Isoneva. Muutoin tutkimusaluetta rajaavat loivasti kohoavat hiekkamoreenipohjaiset metsäkankaat ja piirteiltään ruhjeiset kallioalueet. Suot kuuluvat Kalajoen vesistöön, mutta Hirsinevan reunamilla kulkee sivujokien vedenjakajia. Pääosin sen vedet laskevat Sikaniityn halki eteläisen Hirsiojan kautta Kuusaanjokeen, joskin virtaus on nykyisin johdettu omaa kanavaa pitkin Kuusaanjärveen. Metsätalouden ohella tutkimusalueen soiden ympäristössä ei ole juuri muuta merkittävää maankäyttöä, mutta alkuperäisen lasku-uoman alajuoksulla maisema muuttuu peltoaavaksi. Soilla on tehty turvetutkimuksia eri vuosikymmeninä (Korpijaakko & Koivisto 1986; Turunen & Meriluoto 2010). Hirsiojasta on löytynyt kivikautinen taltta (Latvakoski 2011:127).



Kuva 3. Haapajärven Hirsineva kesällä 2013, näkymä suon eteläosasta kohti pohjoista.
Kuvaaja: Niko Latvakoski.

Suurisuo on alue sijaitsee Kymenlaaksoon kuuluvan Iitin itäosassa I Salpausselän eteläpuolella (liite 2). Tutkimusalueeseen kuuluu soikeahko ja pääosin ojitettu Suurisuo, joka muodostaa länsipuoleisten peltojen kanssa laakean, noin 500 hehtaarin laajuisen savipohjaisen altaan, jota ympäröi jyrkkäpiirteinen, maljamaisesti jopa kymmeniä metrejä kohoava kallio- ja moreenimaasto. Suurisuo on laajalti metsittynyt, joskin sen luoteisosissa on hieman luonnontilaista suota (kuva 4). Sen pinta-ala on 260 hehtaaria, ja korkeus 65–69 mmpy. Suurisuo on pinta viettää lounaaseen kohti altaan matalinta kohtaa ja lasku-uomaa. Tutkimusalueen vedet laskevat etelään Taasianojaa pit-

kin Taasianjoen vesistöön. Alueella on maa- ja metsätalouden lisäksi turvetuotanto-alue, kiviaineksen louhintapaikka sekä Suurisuon poikki kulkeva Lahti–Kouvola-rata. Suurisuolla on tehty turvetutkimuksia 1980-luvulla (Mäkilä & Grundström 1988). Tutkimusalueen läheisyydessä sijaitsee kivikautinen löytöpaikka sekä pronssi- tai rautakautisiksi ajoitettuja röykkiöitä (Vuoristo 2008).



Kuva 4. Iitin Suurisuon luonnontilaista rämettä kesällä 2013, näkymä suon luoteisosasta kohti kaakkoa. Kuvaaja: Niko Latvakoski.

Lylysuon alue sijaitsee Kymenlaakson maakunnassa Kouvolassa, Elimäen taajaman lounaispuolella (liite 3). Tutkimusalue käsittää kokonaan ojitetun, itä–länsi-suunnassa mutkittelevan Lylysuon sekä sen Sammalsuoksi nimetyn itäosan. Suota ympäröivät itä- ja eteläpuolilla jyrkät kalliohuippuiset moreenimäet ja muualla savipohjaiset peltotasangot. Itse Lylysuon on tiheää ja vaikeakulkuista metsikköä (kuva 5). Sen pinta-ala on noin 100 hehtaaria, ja korkeus 30–33 mmpy. Suo viettää länteen, jossa sijaitsee sen lasku-uoma, Taasianjoen vesistöön kuuluva Pekkioja. Suon itäosien ojat laskevat eri suuntaan Ruotjoen vesistöön. Tutkimusalueella on pelto- ja metsämaisen lisäksi maatala-asutusta. Lylysuolla on tehty turvetutkimuksia 1980-luvulla (Mäkilä & Grundström 1984). Useiden kilometrien päässä Lylysuosta, läheltä Pekkiojan ja Taasianjoen yhtymäkohtaa on löytynyt kivikautinen taltta (Muinaisjäännösrekisteri 2014).



Kuva 5. Kouvolan Lylysuo kesällä 2013. Näkymä suoalueen keskiosista kohti länttä. Kuvaaja: Niko Latvakoski.

Järvensuon–Takasuon alue sijaitsee Kymenlaaksossa Pyhtäällä (liite 4). Tutkimusalueeseen kuuluvat Järvensuo ja Takasuo. Järvensuo on epämääräisen muotoinen lähes kokonaan luonnontilainen keidassuo, ja sen eteläosassa sijaitsee noin 30 hehtaarin laajuinen Länsikylänjärvi. Suon pinta-ala on noin 100 hehtaaria, ja korkeus 23–25 mmpy. Suo viettää kaakkoon kohti Länsikylänjärveä, jonka Suomenlahteen laskeva lasku-uoma sijaitsee etelässä. Järvensuo kuuluu kolmeen eri valuma-alueeseen, joten sen vedet virtaavat useisiin uomiin. Suoalueen pohjoispuolella sijaitsee pienempi, 17 hehtaarin kokoinen Takasuo, jonka turpeen keskisyvyys on 1,9 metriä, ja korkeus 23–25 mmpy. Takasuon pinta viettää länteen kohti Kymijokeen laskevaa lasku-uomaa, ja se rajautuu lännessä peltoon. Tutkimusaluetta halkoo pohjois-eteläsuuntainen harjujakso. Soita ympäröivät maastonpiirteet ovat paikoin jyrkkiä, kallioisia, ja maastossa on huomattavia lohkarikkoja. Tutkimusalueen länsiosissa on peltoja ja asutusta, muutoin alue on avointa tai ojitettua suota ja talousmetsää, harjualueella on hiekan- tai soranottopaikkoja (kuva 6). Soilla on tehty turvetutkimuksia 1980-luvulla (Mäkilä & Grundström 1987). Soita reunustavan harjun tuntumasta tunnetaan muutama kivistinen asuinpaikka, minkä lisäksi Länsikylänjärvestä on saatu esiin ajoittamaton ruuhi (Muinaisjäännösrekisteri 2014).



Kuva 6. Pyhtään Järvensuo kesällä 2013. Näkymä suon keskialueella sijaitsevalta saarekkeelta kohti koillista. Kuvaaja: Niko Latvakoski.

Degermossenin alue sijaitsee Uudellamaalla Kirkkonummen Evitskogissa (liite 5). Degermossen on ojitettu, pyöreähkö keidassuo (kuva 7). Sen pinta-ala on noin 30 hehtaaria ja korkeus noin 31–37 mmpy. Suota ja sen pohjoispuolella sijaitsevia peltoja ympäröivät hietaiset, moreeniset ja kallioiset mäet. Degermossenin lasku-uoma, suon länsipuoleisen hietaisen mäen poikki virtaava Harvså kuuluu Siuntionjoen vesistöön. Tutkimusalue ulottuu huomattavasti itse suota laajemmalle alueelle, sillä ympäristön topografiassa on havaittavissa ainakin useiden satojen hehtaarien laajuinen allasmainen painauma, Kvarnån -nimisen joen laakso. Alueella on lähinnä maa- ja metsätaloutta sekä haja-asutusta. Degermossenilla on tehty turvetutkimuksia 1990-luvulla (Stén & Moisanen 1997). Tästä laaksosta on tavattu useita kivikautisia irtolöytö- ja asuinpaikkoja myös aivan Degermossenin liepeiltä (ks. Kouki et al. 2010:23–27).



Kuva 7. Kirkkonummen Degermossen kesällä 2013. Näkymä suon kaakkoisreunalta kohti luodetta. Kuvaaja: Niko Latvakoski.

3.2 Paikkatietoaineistot

3.2.1 Turveaineistot

GTK on tehnyt vuotuista, systemaattista turvemaiden kartoitusta Suomessa jo 1940-luvulta lähtien. Nykyisenkaltainen energiaturvetuotantoon soveltuva soiden kartoitus ja tutkimustietojen tallentaminen digitaaliseen muotoon alkoi 1970-luvun puolenvälin jälkeen, ja jo 2000-luvun alulla Suomen geologisesta suoalasta oli tutkittu 1,7 miljoonaa hehtaaria eli 33%. Nykyisin GTK:n ylläpitämä turvetietokanta sisältää tietoja yli 16 000 tutkitusta suosta. Turvetietoja käytetään energiatuotannon ja muun turveteollisuuden, mutta myös maa- ja metsätalouden, kaavoituksen ja luonnonsuojelun tarpeisiin. (Geologian tutkimuskeskus 2014a; Virtanen et al. 2003:7; Lappalainen et al. 1984:7.) Turvetutkimusaineistot sisältävät tasosijainnin lisäksi myös tiedot kerrostumien ominaisuuksista ja syvyyksistä, minkä ansiosta aineisto soveltuu kolmiulotteiseen mallintamiseen.

Turvetutkimusmenetelmät ovat perustuneet sekä kenttätutkimuksiin, pääasiassa kairanäytteenottoon ja jossain määrin suosondin ja maatulokan käyttöön, että aerogeofyysisiin kaukokartoitusmenetelmiin (Hänninen & Lappalainen 1987; Laatikainen 2011). Tässä tutkimuksessa keskityin kairauksin tuotettuihin aineistoihin. Kairanäytteenotto on vanhastaan tehty kolmella tavalla; hajapiste-, linjaverkosto- ja sekä hajapiste että linjaverkostotutkimuksena, joista jälkimmäisintä on pidetty pääasiallisena menetelmänä 2010-luvulle saakka. Varsinaisten tutkimuspisteiden välinä linjoilla on käytetty pääsääntöisesti 100 metriä, mutta suon koosta ja topografiasta riippuen on linjoille sijoitettu usein pohjan muotoa tarkentavia syvyyspisteitä. Linjatutkimuksissa on suolle laadittu pituussuunnan mukainen selkälinja, jota kohtisuoraan on tarpeen mukaan tehty poikkilinjastoja 200 tai 400 metrin välein. Kairatutkimusten tasosijainti on alkuaan sidottu valtakunnalliseen peruskarttakoordinaatistoon kartta-aineistoja, käsisuuntakehää, mittanauhaa ja kulmaprismaa apuna käyttäen, ja myöhemmin aikoina on käytetty absoluuttista GPS-paikannusta. Korkeussijainti on sidottu valtakunnalliseen korkeusjärjestelmään vaatuskojeella ja 2000-luvulla myös satelliittipaikannuksella. Aineistojen koordinaattitarkkuus on yleensä 10–20 metrin ja korkeus-

tarkkuus jopa noin parin senttimetrin luokkaa. (Lappalainen et al. 1984; Torppa 2010:60; Torppa et al. 2011; Geologian tutkimuskeskus 2014a.) GTK:n tutkimuksissa on pyritty sijoittamaan vähintään 12–13 pistettä 10 hehtaaria kohden. Profiilikarttojen tuottamiseen kehitetty linjatutkimusmenetelmä on nyttemmin korvattu kolmioverkkomenetelmällä, joka vastaa paremmin turvekerrostumien kolmiulotteisen syvyysmallintamisen vaatimuksia (Laatikainen 2011).

Turvetutkimuksissa kairaus pyritään tekemään aina mineraalimaahan asti. Tutkimuspisteillä turpeesta tallennetaan turvelaji- ja maatuneisuustiedot, liejut, saostumat ja pohjamaalajit syvyystietoineen, minkä lisäksi pisteiltä dokumentoidaan muun muassa kasvillisuuden mukainen suotyyppi, ojitustilanne, puuston laatu ja määrä sekä mättäisyys. Joiltain energiakäyttöön soveltuvilta soilta otetaan laboratoriotutkimuksia varten tarkkatilavuuksisia näytesarjoja, joiden analyysitulosten avulla lasketaan muun muassa turpeen energiasisältö. Laboratorionäytteitä otetaan myös fysikaalis-kemiallisia, lieju- ja piimaa-, mikro- ja makroskooppisia tai radiohiilitutkimuksia varten. Turvekerrostumien syvyystarkkuutena on 10 senttimetriä, muilla kerrostumilla senttimetri. Turvetiedot tallennetaan A (koko suon tiedot), B (tutkimuspistetiedot), C (syvyyspistetiedot) ja L (laboratorionäytteet) -lomakkeille ja siirretään turvetietokantaan. (Lappalainen et al. 1984:41–61; Hänninen 1988).

GTK tuottaa turvetietokannan aineistoista turveprofiili- ja syvyysaluekarttoja. Lisäksi tietokannasta voidaan irrottaa tiettyjä kenttiä, kuten turpeen syvyys, liejusedimenttien paksuus ja pohjamaalajit. Tutkimustani varten tilasin GTK:lta turvetietokannasta irrotettuja suokohtaisia tutkimus- ja syvyyspistelista Excel-taulukkomuodossa (taulukko 2) sekä profiilikarttoja, jotka sain kuvatiedostoina. Turvetietokannan tiedot eivät lukeudu GTK:n avoimen lisenssin piiriin, joten ne ovat maksullisia. Kokonaisuudessaan kaikki tutkimuksessani käytetty turvetieto perustui GTK:lta tilaamaani selvitykseen (Suomi 2013).

Kenttä	Kuvaus
<i>Suon atk-tunnus</i>	<i>Pistelistan otsikkokenttä</i>
<i>Kunta, suon nimi</i>	<i>Pistelistan otsikkokenttä</i>
Kartta	Karttalehden numero
x	Itäkoordinaatti
y	Pohjoiskoordinaatti
z	Suon pinnan korkeus valtakunnallisessa korkeusjärjestelmässä
Tunnus	Tutkimuspisteen tunnus
S_tyyppi	Suotyypin atk-lyhenne
K_Maat	Keskimääräinen maatuneisuus
SH1_3	Heikosti maatuneen turpeen paksuus (dm)
SH4	H4-maatumisasteen turpeen paksuus (dm)
Muut	Muiden maatumisasteiden turpeen paksuus (dm)
Yht	Turpeen kokonaispaksuus (dm)
Alaraja	Turvekerrostuman alaraja (dm)
Liekoja	Liekojen eli maatumattoman puun jäännösten osuus
Mät_pr	Mättäisyys 10 prosentin tarkkuudella
Mät_cm	Mättäiden keskimääräinen korkeus (cm)
Keh_l	Metsän kehitysluokka
Tih_l	Puuston tiheysluokka
Liejua	Yleisesti pohjaliejujen paksuus (cm)
Pohja	Pohjan kivennäismaalaji

Taulukko 2. Esimerkki turvetietokannasta irrotetun pistelistan tietosisällöstä.

3.2.2 Korkeusmalli 2 m

Korkeusmalli 2 m on MML:n LiDAR- eli ilmalaserkeilausaineistoista tuottama valtakunnallinen, maanpinnan korkeutta kuvaava rasterimalli, jonka solu- eli pikselikoko on 2 x 2 metriä. Korkeusmallin tarkkuus perustuu LiDAR-aineistoon, jonka pistetiheys on vähintään 0,5 pistettä neliömetriä kohden, ja korkeustarkkuus on 30 (\pm 15) senttimetriä (Maanmittauslaitos 2014a). Korkeusmalli 2 m ei ole puhtaasti ilmalaserkeilausaineistoista tuotettu malli, vaan aineistoa on käsitelty ennen sen jakelua. Maanmittauslaitoksen (2014b) mukaan laserkeilaus- ja korkeusmalliaineiston on määrä kattaa koko maa vuoteen 2019 mennessä. Koska korkeusmallin on todettu sopivan muun muassa alavien maiden tulvaongelmien torjuntaan (Maa- ja Metsätalousministeriö 2006:18) ja geologisten rantamuodostumien tutkimiseen (Nenonen et al.

2010; Åberg 2013), voidaan aineiston käyttökelpoisuutta perustella myös soistuneiden pienvesistöjen mallintamisessa. Korkeusmalli 2 m on avointa, vapaassa jakelussa olevaa aineistoa.

3.2.3 Muu aineisto

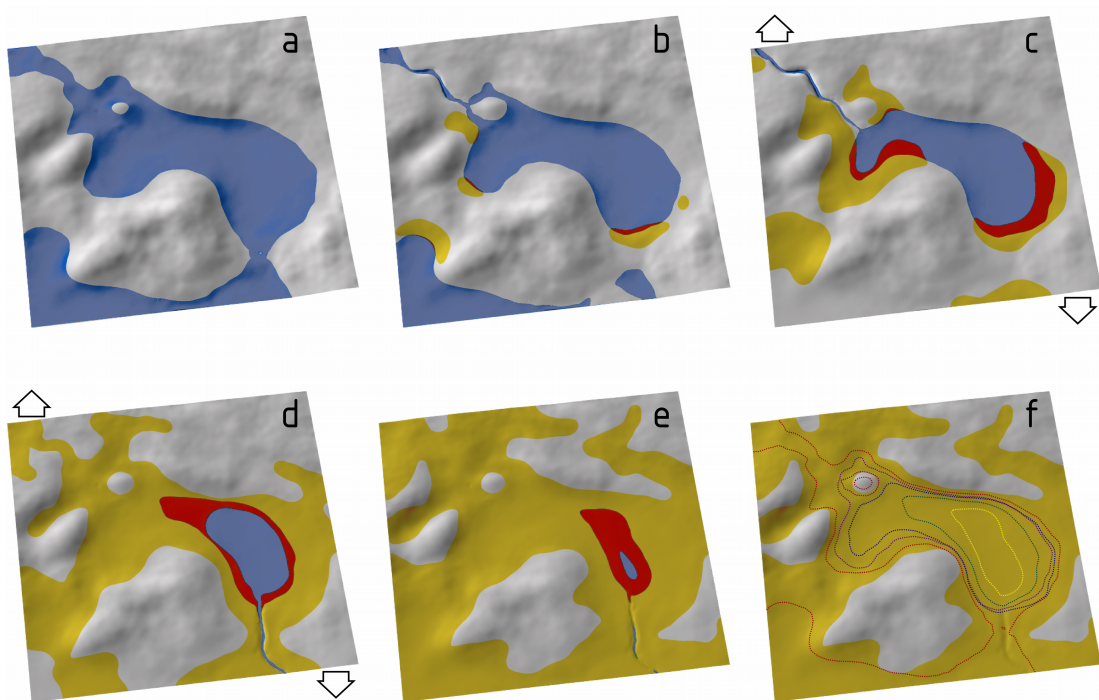
Käytin työni eri vaiheissa myös muita avoimen lisenssin paikkatietoaineistoja, kuten GTK:n maaperäkartoja, MML:n maastotietokantaa, peruskarttoja ja ortoilmakuvia. Paikkatietoaineistoista sekä Kansallisarkiston verkossa julkaisemasta historiallisesta kartta-aineistosta oli apua vesistörekonstruktioiden luomisen eri vaiheissa, kuin myös erilaisissa arkeologista tulkintaa auttavissa visualisoinneissa. Lisäksi hyödynsin Museoviraston muinaisjäännösrekisteriä, turvetutkimusraportteja, arkeologisia inventointi- ja kaivausraportteja sekä muuta kirjallisuutta.

4 Mallinnusmenetelmä

4.1 Lähtökohdat

4.1.1 Tutkimusaiheen ja -aineistojen haasteet

Jo tutkimuksen alkuvaiheessa tunnistin joukon metodologisia haasteita, joiden taustoja olen edellisissä luvuissa pyrkinyt avaamaan. Johdantoluvussa määrittelin umpeenkasvaneet järvet ajan ja tilan suhteen ympäristöiksi, jotka ovat muuttuneet suoksi. Lähtökohtana oli siis järvien rekonstruointi kuvaamalla ne ajassa ja tilassa tietyn *vaihteluvälin* sisään jäävänä vyöhykkeenä. Visuaalinen vesistörekonstruktio tarkoittaisi täten yksinkertaisimmillaan karttaa, jonka päälle on asetettu useita tutkimusaineistosta tulkittuja eriaikaisia rantaviivoja tai -vyöhykkeitä. Vesistöhistorian tulkitseminen on kuitenkin työlästä, sillä vesistöjen kehitykseen voi liittyä tapahtumia (kuva 8), joiden tunnistaminen ja ajoittaminen edellyttää morfologisten, stratigrafisten, sedimentologisten ja paleolimnologisten aineistojen kokoamista ja tulkitsemista. Vaikka käytössäni oli luonnontieteellistä aineistoa, ei vesistöjen kehityskulusta kertovia merkkejä ollut niiden avulla siltikään mahdollista ajoittaa saati erottaa toisistaan. Kurotumista edeltäneiden kerrostumisvaiheiden, lasku-uomien kulumisesta tai muista syistä aiheutuneiden vedenpinnan vaihtelun, tyhjentymisen, tulvavaiheiden tai jopa ylipäättään aidon umpeenkasvuprosessin tunnistaminen oli käytössäni olleiden aineistojen avulla vaikeaa tai mahdotonta. Työssäni pyrin kuitenkin arvioimaan erilaisten vesistökehityksen taustalla olleita ilmiöitä mahdollisimman tarkasti. Kaiken kaikkiaan on selvää, että rekonstruktiot ovat monin osin epätarkkoja, ja että niitä tulee tarkastella tapauskohtaisesti ympäristön ja aineiston luonne huomioon ottaen.



Kuva 8. Kuvitteellinen esimerkki järven mutkikkaasta kehityshistoriasta esittää järven rannansiirtymistä, umpeenkasvua (punainen) ja ympäröivän maaston soistumista (kellertävä). Järven kuroutumista voivat edeltää suuren vesistön tai meren flada- (a) ja kluuvivaiheet (b). Kynnyksen kuluminen ja maan kallistuminen voivat aiheuttaa vedenpinnan regressiota tai transgressiota (c), ja uusi uoma voi purkautua (d). Kuivina jaksoina vedenpinta saattaa pysyä kynnyksen alapuolella umpeenkasvua voimistaen (e). Kaikista vaiheista voi jäädä morfologisia jäänteitä tai limnisiä sedimenttejä, joten eri vaiheiden (f) ajoittaminen ja selkeä erottaminen toisistaan ei ole yksinkertaista.

4.1.2 Mallinnusmenetelmän periaatteet

Mallinnusmenetelmä perustuu korkeusmallien ja turveaineistojen manipulointiin ja yhteensovittamiseen. Yhdistämällä aineistot sopivalla keinolla toisiinsa saadaan tuotettua *sovellettu korkeusmalli*, josta suoalueiden turvekerrostumat on ”poistettu”, ja jonka voi ajatella esittävän soistumista edeltänyttä vedenpohjaa tai maanpintaa. Sovelletusta korkeusmallista tulkitaan ja korostetaan muinaisvedenpinnan tasot, minkä tuloksena saadaan hahmottumaan muinaisrantaa esittävä visuaalinen vesistörekonstruktio. Mallinnusmenetelmään liittyy tosin muitakin merkittäviä kysymyksiä, sillä muinaisvesistöjen rekonstruoiminen pelkän korkeusmallin avulla on kovin yksinkertaistettu ratkaisu.

Pyrin tutkimuksessani kaikille tutkimusalueille yleisesti soveltuvan rekonstruointimenetelmän tai -algoritmin kehittämiseen. Kehitystyö perustui erilaisten sovellusratkaisujen kokeilemiseen yrityksen, erehdyksen ja virheenkorjauksen metodia käyttäen. Menetelmää piti kokeilla ja kehittää kaikilla tutkimuskohteilla useita kertoja. Tässä työssä esitellyt lopulliset rekonstruktiot on saatu aikaan samalla, edempänä luvussa 4.2. kuvatulla menetelmällä. Jotta menetelmää voitaisiin tulevaisuudessa kokeilla yleisemmin myös muilla alueilla, tavoittelin kehitystyössä mahdollisimman yksinkertaisia periaatteita. Keskeisin periaate oli se, että vesistörekonstruktion pohjana olevan sovelletun korkeusmallin luominen tapahtuisi ainoastaan turve- ja LiDAR-korkeusmalliaineistoja manipuloimalla ja yhteen sovittamalla. Tutkimuksen lopputuloksena syntyi muinaisrantojen rekonstruointiin soveltuva menetelmä, mutta sen lisäksi havaitsin aineistojen soveltuvan myös arkeologisesti hyödyllisten maalajien ja turpeen paksuuden visualisoimiseen.

Paikkatiedon käsittelyssä käytin avoimen lähdekoodin SAGA GIS 2.1.2 ja Quantum GIS 2.4 -ohjelmia sekä GDAL 1.10.1 -paikkatietotyökalukirjastoa, joten kehittämäni mallinnusmenetelmä perustuu niiden mahdollistamiin toimintoihin⁴. Sovelletun korkeusmallin luomista koskevien työvaiheiden tarkemmat yksityiskohdat on esitetty liitteessä 6. Aikaa vievien työvaiheiden nopeuttamiseksi tutkimuksessa kirjoitin SAGA GIS -ohjelmalle komentosarjatiedoston (engl. *batch file*), jonka avulla osa työvaiheista voidaan suorittaa automaattisesti Microsoft Windows -käyttöjärjestelmässä; komentosarja on selostuksineen liitteessä 7.

4.2 Menetelmäkuvaus

4.2.1 Turvepistelistan esikäsitleminen

GTK:lta tilaamani turvepistelistan olivat Excelin .XLSX-tiedostomuodossa. Päätin muuntaa aineistot pistemuotoiseen .SHP-paikkatietomuotoon, mutta tätä ennen pistelistoille oli tehtävä joitain esikäsittelyjä. Ensinnäkin kaikkien tutkimusalueiden pistelistat sijaitsivat yhdessä tiedostossa, joten erottelin pisteet tutkimusalueittain Excelil-

4 Tutkimuksen alkuvaiheessa kokeilin myös muita ohjelmistoratkaisuja, kuten MapInfo- ja MapInfo Vertical Mapper -sovelluksia. Lopullisen ohjelmistoratkaisun perusteena oli kuitenkin avoimen lähdekoodin ohjelmissa osoittautunut toimintojen monipuolisuus, vakaus ja helppokäyttöisyys.

lä omiin tiedostoihinsa, jotka tallensin Quantum GIS -ohjelmaa koskevista yhteensopivuussyistä .CSV-tiedostomuotoon. Pisteiden koordinaatti- ja pintavaaituslukemat olivat vanhentuneissa YKJ ja N60 -järjestelmissä. Loin taulukoihin sarakkeen N2000-korkeusjärjestelmän mukaisille pintavaaitusluville, ja laskin muunnokset joko kuntien ilmoittamien virallisten tai Geodeettisen laitoksen N60–N2000-korkeuserokartasta (JHS 163) arvioimieni siirtokorjauslukujen avulla. Hirsinevan pisteille ei ollut korkeuslukemia, joten ainoa ratkaisu oli määrittää korkeudet käsin MML:n korkeusmalliaineiston avulla (jolloin tietystikään pisteiden korkeustieto ei ollut yhtä tarkkaa kuin muilla soilla); lisäksi täydensin aineistoa digitoimalla muutamia tutkimuspisteitä Hirsinevan länsipuolella sijaitsevan Isonen puolelta käyttäen apuna GTK:n turveraportissa (Korpijaakko & Koivisto 1986:156) ollutta karttaa. Lisäksi loin pisteille suon pohjan korkeutta ilmaisevan sarakkeen, ja laskin niiden arvot vähentämällä N2000-pintavaaituslukemista turvekerrostuman alarajalukeman Excelissä. Sitten toin taulukot Quantum GIS -ohjelmaan ja tallensin tiedostot .SHP-tiedostomuotoon tehden samalla koordinaatistomuunnokset ETRS-TM35FIN-järjestelmään. Havaitsin työvaiheiden olevan virhealttiita, sillä osa taulukkojen arvoltaan tyhjiksi (*null*) tarkoitetuista soluista sai aluksi virheellisestä käsittelystä johtuen lukuarvon 0. Vika ilmeni myöhemmissä työvaiheissa mallinnuksen epäonnistumisena, ja taulukot oli käsiteltävä alusta pitäen uudestaan.

4.2.2 Turvealueen rajaaminen

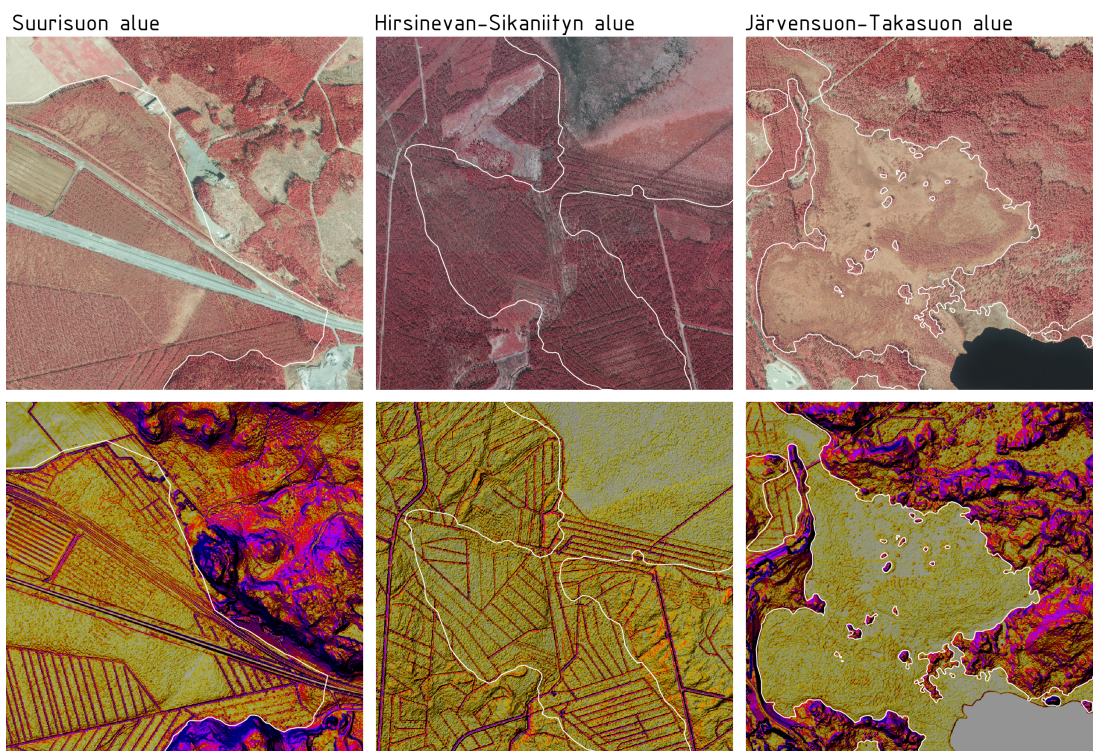
Sovelletun korkeusmallin luomiseksi nykyinen maanpinta on leikattava pois tutkimusalueiden turvealueilta, sillä alue korvataan myöhemmässä vaiheessa suon pohjalukemista interpoloidulla pinnalla. Rajasin koko turvealueen ensin polygonilla Quantum GIS -ohjelmassa. Turvealueen rajan tulkinta osoittautui haasteelliseksi työvaiheeksi, sillä sen suorittaminen edellyttää luonnontieteellistä ymmärrystä soiden syntytavoista, rakenteesta ja maaston morfologiasta. Mallinnusmenetelmäni toimivuuden edellytyksenä on suon rajaaminen kohtaan, jossa turve loppuu tai saavuttaa geologisen suon (vähintään 30 senttimetriä turvetta) rajan. Havaintojeni mukaan perus-

ja maaperäkarttojen suokuviorajat eivät sellaisenaan ole riittävän tarkkoja, vaan oman, mahdollisesti karttojen rajauksia tarkentavan turvealuepolygonin luominen on välttämätöntä.

Turvekerrostuman paksuuden ja rajan arviointi pelkkien ilma- tai satelliittikuvien avulla on hankalaa (Richardson et al. 2009:2). Sen sijaan etenkin yhdessä ortokuvien kanssa LiDAR-korkeusmallit soveltuvat soiden rajojen tulkitsemiseen erinomaisesti. Suon rajan kuvatulointia on tutkittu jonkin verran, ja sitä varten on kehitetty muokaus- ja visualisointialgoritmeja (Ellis et al. 2012; Richardson et al. 2009; Hjerdt et al. 2004). Tutkimuksessani tulkitsin soiden rajat ortoilmakuvien sekä korkeusmallista SAGA GIS -ohjelmalla tuottamieni vinovalovarjoste- (engl. *hillshading*) ja kallistuma-analyysirastereiden (engl. *slope*) avulla (kuva 9). Kokeilin erilaisia visualisointikeinoja, ja onnistuin erottamaan suon ja ympäröivän maastotyypin joissain tapauksissa hyvin tarkasti. Lisäksi hyödynsin paikkatietomuotoon muuntamieni pistelistojen turvepisteitä. Tulkinnan apuna käytin myös maaperäkarttoja, sillä myös ne sisältävät tietoa turpeen syvyyksistä etenkin soiden reuna-alueilla. Myös GTK:n aerogeofysikaaliset aineistot olisivat voineet olla käyttökelpoisia (Lerssi 2011), mutten hankkinut niitä käyttööni.

Turvealueen rajaamistyön kannalta olisi ihanteellista, jos suon reunat olisivat aina selkeästi havaittavissa. Tutkimusalueillani ei tilanne kuitenkaan ollut aina näin, vaan turvealueiden rajojen hahmottaminen oli monin paikoin erittäin vaikeaa. Soiden rajat olivat monimutkaisia, saarekkeisia, repaleisia tai hitaasti vaihtuvia soistuma-alueita, minkä lisäksi suot olivat yhteydessä toisiin suoalueisiin. Soiden reunamilla turvekerrostumat vaikuttivat jäävän piiloon pelto- tai vesialueiden alle, tai ne olivat tuhoutuneet turpeennoston, maansiirron tai rakenteiden takia. Täsmälliseen rajaukseen ei siis ollut mahdollisuutta. Toisaalta siihen ei ollut syytäkään, sillä pidemmän päälle rajaaminen oli intuitiivista tulkintaa, jonka aikana oleellisinta oli pitää mielessä rajauksen vaikutus myöhemmissä vaiheissa muodostuvaan malliin.

Kokonaisuudessaan suon rajaaminen oli hidasta ja ”pikselintarkkaa”, ja jouduinkin täsmentämään turvealueiden rajaa kaikilla tutkimusalueilla vähintään muutamaan otteeseen. Havaitsin epätarkasti tehtyjen rajausten aiheuttavan malliin vääristymiä. Koikeilujen myötä kävi ilmi, että turvealueen rajan määrittäminen häiriintyneelle maanpinnalle tai liian jyrkkäpiirteiseen maastoon aiheuttaa lähes varmasti ongelmia sovelletun korkeusmallin interpolointivaiheessa. Havaitsin, että suon raja on pyrittävä piirtämään mahdollisimman häiriintymättömään maan pintaan, eikä esimerkiksi ojien, kaivantojen tai kasattujen kumpareiden kohdalle. Suon rajassa tulee olla mahdollisimman vähän jyrkkiä ja taitteisia kohtia. Tiheään ojitetuilla alueilla rajan kulkua ojissa ei kuitenkaan voinut juuri välttää.

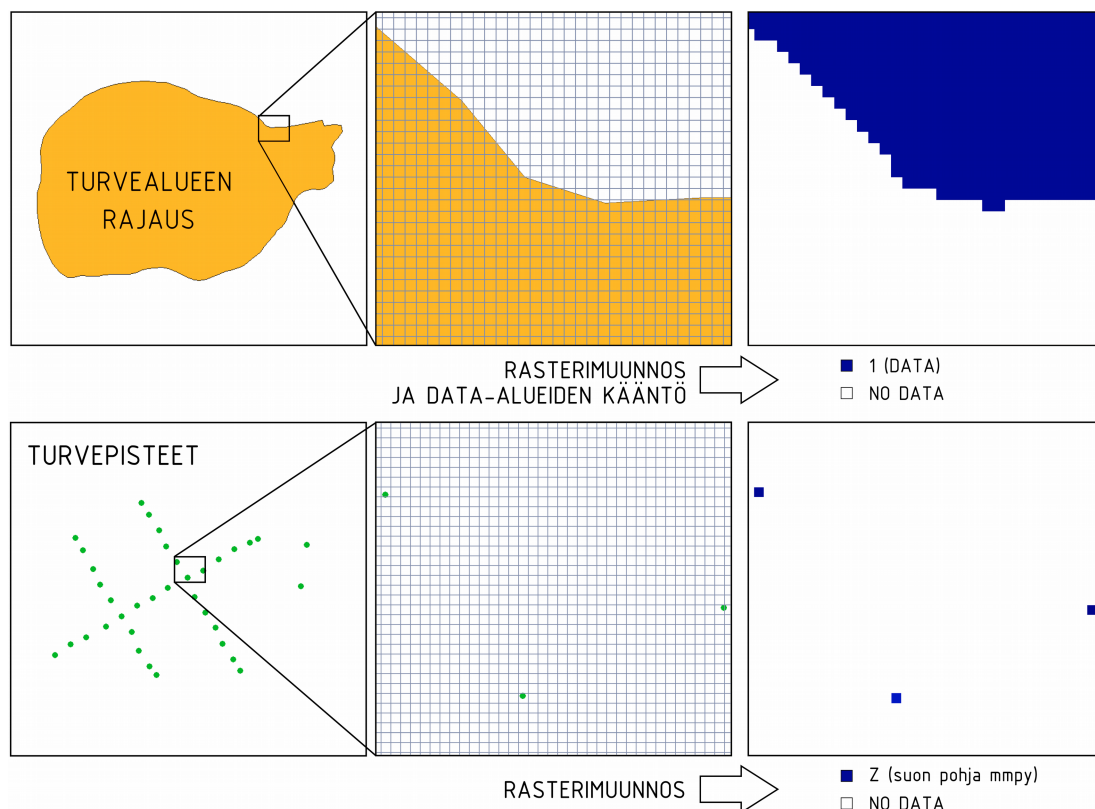


Kuva 9. Turvealueen rajaamisen keinoja ja haasteita. Yläkuviissa taustana MML:n väärä-väriortokuvat, alemmissa LiDAR-maastomalleista tuotetut vinovalovarjoste- ja rinneanalyyysikuvat. Turvealueen rajaus on merkitty valkoisella viivalla. Suurisuon ja Hirsinevan-Sikaniityn alueilla rajaamista vaikeuttivat ojitukset, maa-aineksen ottopaikat ja liikenneväylät. Luonnontilaisuudesta ja selkeäpiirteisestä topografiasta johtuen Järvensuon turvealueen rajaaminen oli pääosin helppoa. Tausta-aineisto © MML 2014.

4.2.3 Rastereiden luominen

Seuraavissa vaiheissa menetelmäni perustui pääosin rasterimuotoisen paikkatietoaineiston kartta-algebralliseen käsittelyyn. Rastereiden manipulointi edellyttää, että aineisto on sovitettu pysty- ja vaakamitoiltaan, solukooltaan ja sijainniltaan yhtenevään ruudukkojärjestelmään, joten tutkimusalueille oli luotava pohjarasterit. Toteutin tämän yhdistämällä tutkimusalueille sopivat LiDAR-korkeusmallirasterit. Kaikki tutkimusalue-rasterit koostuivat siis yhdestä tai useammasta karttalehtipalasta, joiden mitat vaihtelivat tutkimusalueen mukaan, mutta solukoko oli korkeusmalli 2 m:n mukainen 2 x 2 metriä.

Tämän jälkeen luvuissa 4.2.1 ja 4.2.2 tekemäni tutkimuspiste- ja turverajausvektorit oli muunnettava rasterimuotoon. Käytännössä vektorimuotoisten aineistojen sovittaminen rasterimuotoon tarkoittaa sitä, että rasterin solujen arvot interpoloidaan vektorelementeistä sen mukaan, kuinka elementit asettuvat solujen päälle (kuva 10). Esitystavan lisäksi myös tiedon luonne ja tarkkuus muuttuvat muunnoksessa täysin.

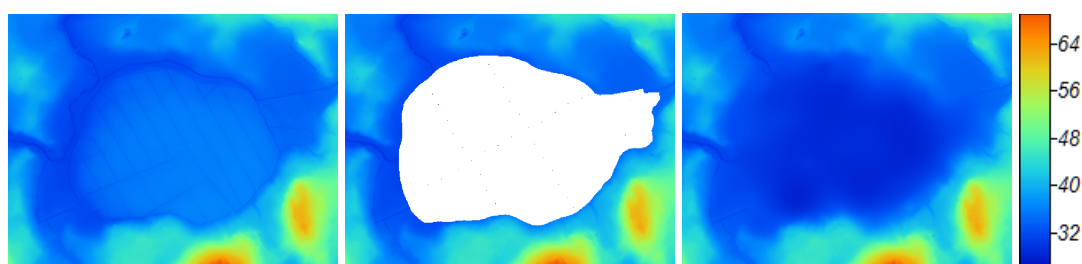


Kuva 10. Alue- ja pistemuotoisen vektoridatan muunnos rasterimuotoon.

Muunnoksessa vektorielementeistä soluihin johdettava informaatio voidaan määrittää eri tavoin. Loin turverajauspolygoneista boolean-tyyppiset rasterit (jossa solun arvo voi olla 1, 0 tai tyhjä eli *no data*), ja käänsin niiden data/no data-alueet päinvastaisiksi, jolloin turvealueen sisään jääneet solut saivat tyhjän arvon, ja ulkopuoliset alueet arvon 1. Tutkimuspisterastereille johdin arvot vektoritiedoston suon pohjakorkeutta ilmaisevasta ominaisuustietosarakkeesta, ja käyttämättä jääneet solut saivat tyhjän arvon.

4.2.4 Sovelletun korkeusmallin interpoloiminen

Interpolointivaiheessa lähtöaineistona toimivat edellä muokkaamani korkeusmalli, tutkimuspiste- ja turverajausrasterit. Menetelmäksi valitsin SAGA GIS -ohjelman *Close gaps with spline* -työkalun, jonka avulla tyhjille soluille voidaan laskea arvot ympäröivien naapurisolujen avulla. Työkalun toiminta perustuu splini-interpolointiin, joka on eksakti interpolointimenetelmä, eli sen mallintama pinta noudattaa lähtöaineiston pisteitä toisiinsa liitettyjen palapolynomien kautta (engl. *piece-wise polynomials*, Burrough & MacDonnell 1998:118–120). Splini-interpoloinnin etuna on tuloksena syntyvä kaarevasti taipuva pinta, mikä sopii mallintamiseen mikäli pinnan voidaan olettaa olevan suhteellisen sulavapiirteinen sekä sisältävän vain vähäisiä taitteita tai jyrkkiä korkeusvaihteluja. Splini-interpoloinnin ongelmaksi voi muodostua ylilyönti (engl. *overshoot*) eli pinnan liiallinen taipuminen, jolloin malliin syntyy ei-toivottuja kumpuja tai painaumia (Mitas & Mitasova 1999).



Kuva 11. Sovelletun korkeusmallin interpoloinnin periaate yksinkertaisimmillaan. Vasemmallä: korkeusmalli 2 m; keskellä: turvealue leikattu ja turvepisteet lisätty; oikealla: sovellettu korkeusmalli eli korkeusmalli, josta turvekerrostumat poistettu.

Loin tutkimusalueille interpolointia varten uudet välivaiherasterit leikkaamalla korkeusmalliin turvealueen muotoisen reiän kartta-algebrallisesti turverajausrasterin avulla, ja lisäämällä tyhjälle alueelle tutkimuspisteet (kuva 11). Tällä tavoin laaditut rasterit olivat periaatteessa valmiita interpoloitavaksi. Mallinnuskokeet kuitenkin osoittivat interpolointityökalun olevan herkkä interpoloitavan alueen reunojen korkeusvaihtelulle. Interpolointityökalun ominaispiirteisiin kuuluu ”oletus” siitä, että täytettävä pinta kaartuu ympäröivän maaston muotoja ja kaltevuutta mukaillen. Turvealueiden huolellisista rajauksista huolimatta suon reunoilla oli kuoppia, kumpareita ja teräviä piirteitä, jotka haittasivat splini-interpolointia aiheuttaen sovellettuun korkeusmalliin ylilyöntiä ja selkeitä virheitä. Työkalun erilaisten parametrien kokeilu ei tuottanut ongelmaan tyydyttävää ratkaisua. Lopulta löysin keinon vähentää ylilyöntiä lisäämällä työnkulkuun vaiheen, jossa LiDAR-korkeusmallin terävyyttä vähennetään pehmentämällä sen piirteitä, siis käytännössä tasoittamalla toisiaan lähellä olevien soluarvojen välistä eroa. Toteutin tämän SAGA GIS:in Gauss-suodatustyökalulla (*Gaussian filter*), jonka voimakkuus oli säädettävä tutkimusaluekohtaisesti usean yrityksen avulla. Gauss-suodatuksen avulla suon reunojen epätasaisuus väheni varsin tehokkaasti, ja virheet pienenivät. Suodatusvaiheesta johtuen interpoloitu turvealue oli lopuksi leikattava ja liitettävä takaisin alkuperäiseen, suodattamattomaan LiDAR-korkeusmalliin. Tämän työvaiheen vuoksi interpoloidun turvealueen ja ympäröivän korkeusmallin liitoskohtiin muodostui epäjatkuvuuskohtia, jotka kuitenkin arvioin myöhempien työvaiheiden kannalta vähäpätöisiksi.

Työvaiheessa olisi ollut mahdollista käyttää muitakin, esimerkiksi kriging-, inverse distance weighting- tai kolmiointiin perustuvia interpolointimenetelmiä, mutta niiden käyttö olisi myös edellyttänyt aineiston erilaista käsittelyä. Tässä yhteydessä on nostettava esiin GTK:ssa kehitetty turpeen syvyysmallien tuottamiseen että niiden epävarmuuden mallintamiseen tarkoitettu ArcGIS-sovellus MITTI. Sen avulla turveaineistoja voidaan käsitellä (tutkimuspisteiden lisäksi myös maatutka- ja aerogeofysiikan aineistoja) geostatistisen algoritmin avulla (Torppa et al. 2011). Koska sovelluksella voidaan ottaa paremmin huomioon turveaineistojen luonne ja tarkkuus sekä suoalueille ominainen topografia, saattaisi se toimia sovelletun korkeusmallin laske-

misessa splini-interpolointia paremmin. Tällä hetkellä MITTI soveltunee kuitenkin vain turvepaksuusmallien laskemiseen. SAGA GIS:in Close gaps with spline -työkalussa on toistaiseksi se etu, että se huomioi suota ympäröivän maaston korkeusvaihtelut – tämä on sovelletun korkeusmallin luomisen perusvaatimus, jonka takia juuri se valikoitui interpolointimenetelmäksi.

4.2.5 Vedenpinnan vaihteluvälin määrittäminen

Muinaisallas hahmottuu sovelletusta korkeusmallista, kun sen vedenpinnan taso saadaan selville. Pinnanmuutoksiin ja niiden ajoittamiseen liittyvän problematiikan vuoksi (ks. luku 4.1) mallintamisessa on viisainta painottua vesistön ajallisten muutosten kuvaamiseen etsimällä vedenpinnan korkeusvaihtelun ääripäiden väliltä alue, jota tässä työssä kutsun *vaihteluvälivyöhykkeeksi*. Sen tarkoituksena on kuvata altaan summittaista laajuutta umpeenkasvua edeltäneinä aikoina. Korkeusmalli ja turveaineistot mahdollistivat muinaisen pinnankorkeuden selvittämiseksi kolme tarkastelukohdetta; limnisten sedimenttien esiintymät (a), altaiden kynnykset (b) sekä muinaisranta havainnot (c). Varsinaisen vaihteluvälivyöhykkeen lisäksi pyrin erottamaan varsinaisen vaihteluvälivyöhykkeen lisäksi myös erillisiä rantavaiheita. Eräissä tutkimuksissa (Pässe 1998:69–70; Turunen et al. 2011:21) muinaisten vedenkorkeuksien tulkitsemista on esitetty myös saraturpeen esiintymiskorkeuden avulla, mutta radiohiiliajoitusten puuttuessa turvetietokannan turvelajitietojen hyödyntäminen tähän tarkoitukseen ei olisi tutkimuksessani ollut kovinkaan luotettavaa.

Koska limnisiä sedimenttejä muodostuu vain veteen, voidaan niiden esiintymiä pitää todisteena vedenpinnan vähimmäistasosta tai sedimenttien kerrostumisrajasta jonain umpeenkasvua edeltäneenä ajankohtana. Muinaisen vedenpinnan tasoa arvioitaessa tasoa liejut ovat hyvää aineistoa, mutta koska esimerkiksi pohjadynaamiset ilmiöt vaikuttavat pohjan stratigrafiaan, ei liejujen tulkitseminen ole ongelmaton. Esimerkiksi liejujen puuttuminen ei tarkoita sitä, etteikö paikalla olisi ollut vettä. Toisaalta paksujen kerrostumien paikalla sedimentit ovat voineet muodostua pitkän ajan kuluessa täysin eri vesistövaiheisiin. Vedenpinnan transgressiossa limniset sedimentit ovat saattaneet muodostua turpeen päälle ja soistumisen jatkuessa jäädä turpeen

väliin (ks. mm. Pässe 1990:804). Tarkastelin eri sedimenttityyppien esiintymisalueita ja -korkeuksia turveprofiilikarttojen kanssa suhteessa maaston piirteisiin. Eräillä tutkimusalueilla, kuten Haapajärven Hirsinevalla sedimenttien käyttäminen vedenpinnan korkeuden määrittämisessä osoittautui mahdottomaksi, sillä liejujen levinneisyys ja esiintymiskorkeus eivät täsmänneet topografisten havaintojen, kuten ylimmän mahdollisen kynnyskorkeuden kanssa (ks. tarkemmin luku 5.1).

Alkuperäisen eli kuroutumisajankohdan kynnyskorkeuden paikantaminen tai kynnysten etsiminen (engl. *thresholding*, Drake & Bristow 2006) on menetelmä, jossa muinaisen vedenpinnan tasoksi katsotaan korkein altaan sulkeva korkeuskäyrä, eli etsitään pinnan enimmäiskorkeus. Haasteita voi aiheuttaa kynnyskohdan eroosio; maaperä vaikuttaa maakerrosten kulumiseen paljon, ja etenkin hiekkaisilla alueilla kynnykset voivat puhjettuaan syöpyä nopeasti (Tikkanen 2002:37), minkä seurauksena alkuperäistä kuroutumistasoa ei voida paikantaa enää täydellisesti. Uoman piirteiden perusteella on kynnyskorkeudesta usein silti mahdollista tehdä jokseenkin luotettava arvio (Vuorela et al. 2009:14). Menetelmän haasteeksi voi osoittautua myös se, että kynnys on peittynyt turvekerrosten alle, jolloin sen paikantaminen on vaikeaa. Sovelsin kynnysten etsimismenetelmää kaikilla tutkimusalueilla kokeilemalla eri korkeustasojen visualisointia ja hakemalla siten altaan sulkevaa korkeutta. Voimakkaimmin veden kuluttamilla kynnyksillä arvioin alkuperäisen kynnyskorkeuden silmäämääräisesti. Kouvolan Lylysuon altaalta hahmotin menetelmän avulla nykyisen lasku-uoman lisäksi vanhemman kynnyskorkeuden ja lasku-uoman jäänteet.

Rantamuodostumien etsinnässä käytin sekä ortoilmakuvia että sovelletusta korkeusmallista tuotettuja vinovalovarjoste- ja rinneanalyysikuvia. Rantojen tunnistaminen onnistui lähinnä kuivilla mailla, joilla ranta hahmottui terassimaisina kohoumina. Paikansin muinaisen vedenpinnan tason suunnilleen terassin laen ja alaosan väliselle tasolle. Turpeen peittämällä alueilla muinaisten rantojen hahmottaminen oli käytännössä mahdotonta.

Edellä mainittujen menetelmien yhteistuloksena tutkimusalueilta paljastui useita muinaisen vedenpinnan tasoja, myös erillisiä järvioltaita. Muodostin vedenpinnan

vaihteluvälivyöhykkeen äärihavaintojen välille, minkä lisäksi ylimääräiset rantatasot toivat malleihin lisäinformaatiota. Vaihteluvälin määrittämisessä ei kuitenkaan ollut helppoa päästä toivotunlaiseen tarkkuuteen. Kynnysten etsimismenetelmä oli parilla tutkimusalueella käytännössä ainoa keino edes jonkinlaisen muinaisvedenpinnan tason määrittämiseksi. Liejujen esiintymisalueiden ja -korkeuksien tarkastelua hankaloitti se, että osassa GTK:n tutkimuspisteistä samaan tietokannan lieju-kenttään oli joillain soilla luettu saviliejut, liejusavet sekä savet. Toisaalta vedenpinnan täsmällisen tason määrittäminen ei liene tarkoituksenmukaistakaan, koska järvien pinnoissa on aina ollut vaihtelua. Oli siis johdonmukaista huomioda erilaisten geologisten prosessien ja maastonpiirteiden vaikutus tulkintoihin tutkimusaluekohtaisesti. Muun muassa aineistojen tarkkuus, maaperän vaikutus hydrologiaan ja eroosioon, järven pohjan muoto sekä maan kallistuminen vaikuttavat siihen, millaista tarkkuutta ja tuloksia tulkinnoilta voidaan odottaa. Havaintoni mukaan viitteitä muinaisen vedenpinnan tasoista on syytä etsiä monin keinoin, sillä paljastuvien vaihtoehtojen määrä ja hajonta auttavat mallin luotettavuuden arvioinnissa.

4.2.6 Rekonstruktion visualisoiminen ja analyysikuvat

Paikkatietoaineistoja oli mahdollista analysoida ja visualisoida monin tavoin. Aineiston visualisointi muodostaa rekonstruointiprosessissa tärkeän osan; sillä voidaan havainnollistaa aineistojen yksityiskohtia tai ongelmia. Visualisointikeinojen ja analyysien tarpeellisuus ja toimivuus on tietysti tapauskohtaista. Luontevimmillaan niiden käyttö on paikkatieto-ohjelmassa, jossa aineistoja voidaan vertailla keskenään dynaamisesti osana tulkintaprosessia – yksittäin esitettynä ne eivät välttämättä välitä kaikkea haluttua informaatiota. Seuraavassa tarkoitukseni on nostaa esiin joitain ympäristöarkeologista tulkintaa sekä mahdollisesti arkeologisen kenttätutkimuksen suunnittelua edesauttavia menetelmiä.

Rantarekonstruktioiden visualisoimisessa käytin turverajauspolygonia, turvetutkimuspisteitä sekä sovellettua korkeusmallia, josta korostin eri värein tulkitsemani muinaisvedenpinnan korkeudet. Tausta-aineistona käytin sovelletusta korkeusmallis-

ta tuottamaani vinovalovarjostetta sekä tutkimusalueen peruskarttaa. Näin visualisoitu rekonstruktiokuva havainnollisti mielestäni mallin piirteitä varsin hyvin.

Turveaineistot sisältävät tietoja, joiden visualisoinnista saattaa olla hyötyä järven umpeenkasvu- tai eroosiokehityksen sekä rekonstruktion luotettavuuden arvioinnissa. Näitä ovat limnisten kerrostumien ja pohjamaalajien levinneisyys ja laatu. Liejujen paksuuksista on mahdollista laskea eloperäisten kerrostumien kokonaissyvyys mineraalimaahan saakka, minkä lisäksi niiden avulla voidaan periaatteessa arvioida karkeasti umpeenkasvuun kulunutta aikaa. Turveaineistojen ja maaperäkarttojen maalajitiedoista voi olla hyötyä arkeologisessa ennustavassa mallintamisessa, sillä tietoja voi hyödyntää pyyntikulttuurien asutukselle soveltuvien hiekkarantojen tai muiden ympäristöstä erottuvien maastonmuotojen tunnistamisessa.

Liejukerrostumien paksuudet käyvät suoraan ilmi turvepistelistan *liejua*-kentästä. Kentän lukuarvon avulla voidaan määrittää esimerkiksi tutkimuspistettä esittävän karttasymbolin esitystapa. Visualisoin turvetutkimuspisteiden väriytykset muinaisranta-rekonstruktiokarttoihin liejumäärien lukuarvojen perusteella. Tämä edesauttoi muinaisaltaiden nopeampaa hahmottamista itse asiassa jo edellä kuvaillussa rantapintojen tulkintavaiheessa.

Samalla periaatteella on mahdollista laatia esitys myös tutkimuspisteiden pohjamaalajihavainnoille, mutta pisteistä voidaan tuottaa myös alueellinen esitystapa tuottamalla pisteistä Thiessenin (eli Voronoin) polygonit. Kyseessä on kolmiointiin perustuva tesselaatiomenetelmä, jossa pisteille lasketaan alueelliset vaikutuspiirit. Tuloksena on geometrinen ja kennomainen kuvio. (Burrough & MacDonnell 1998:114–15.) Alueellinen esitystapa on pistemäistä parempi, sillä se helpottaa maalajitietojen tarkastelua yhdessä maaperäkartan kanssa. On kuitenkin huomattava, että laskennalliset vaikutusalueet sopivat vain hyvin karkean yleiskuvan luomiseen; esimerkiksi yksittäisten polygonien tai pienten yksityiskohtien tarkastelu ei ole mielekäästä. Laadin altaalle polygonit, jotka siistin leikkaamalla niistä turvealueiden ulkopuolelle jäävät osat. Käytin polygoneita rekonstruktiokarttojen oheismateriaalina, pääasiassa arkeologisesti potentiaalisten hiekkaranta-alueiden tunnistamisessa.

Kenttätöiden suunnittelussa tieto turpeen paksuudesta voi olla hyödyllistä. Tutkimusaineiston pohjalta oli mahdollista tuottaa turvepaksuusmalleja, jotka saattaisivat soveltua mahdollisten muinaisjäännösten, esimerkiksi muinoin vedessä olleiden rakenteiden päällä olevan turvemäärän arvioimiseen. Loin turvepaksuusmallit kartta-algebrallisesti laskemalla alkuperäisen ja sovelletun korkeusmallin välisen erotuksen. Aineistoista voidaan laskea myös muinaisen vedenpinnan tason päällä olevan turvekerrostuman paksuus. Näin tuotetuista malleista voi olla hyötyä, jos arkeologinen tarkastelu ulotetaan rannoilta suon tai veden päällä olleisiin, tai vesirajaan yltäneisiin vedenalaisiin rakennelmiin, kuten laitureihin ja kalastusrakennelmiin.

4.3 Virheet, epävarmuustekijät ja laadun varmistaminen

Malli on esittämänsä ilmiön yleistys, ja sen epävarmuus eli todennäköisten virheiden määrä kasvaa eri työvaiheissa. Menetelmän epävarmuustekijöitä ovat (1) lähtöaineistojen sijainti- ja ominaisuustietojen tarkkuus, oikeellisuus, ajantasaisuus ja kattavuus; (2) niiden yhteensopivuusongelmat; (3) laskenta- tai ohjelmistoratkaisut, kuten interpolointimenetelmät; (4) rekonstruktion laatijan valinnat, tulkinnat ja inhimilliset virheet; (5) tutkimusalueen todelliset morfologiset muutokset nyky- ja tutkimusajankohden välillä. Useista tulkintaa edellyttävistä työvaiheista johtuen rekonstruktioiden kokonaisepävarmuuden määrää ei voida mallintaa tilastollisesti, joskin tiettyjen työvaiheiden tulosaineistojen epävarmuustekijöiden selvittäminen on mahdollista. Rekonstruktioiden taso- ja korkeussijaintitietojen epävarmuusarvion pohjana voidaan käyttää lähtöaineistojen mittakaavaa, tarkkuutta tai keskivirhettä, sillä rekonstruktion tarkkuus on aina *korkeintaan* lähtöaineistojen tasoa. Esimerkiksi korkeustarkkuus voi olla parhaimmillaan LiDAR-menetelmän ja turvetutkimuspisteaineistojen mittaus- ja vaaitustarkkuuden luokkaa.

Erityinen huomio on kiinnitettävä sovelletun korkeusmallin laatuun, koska muinaisjärven vedenpinnan korkeuden ja laajuuden määrittäykset (sekä valinnaiset turpeen syvyyslaskelmat) perustuvat siihen. Turvealueiden tutkimuspistetiheys on tuhansia (!) kertoja LiDAR-korkeusmallia harvempaa, joten interpoloitua turvealuetta ei tule pitää tarkkuudeltaan samanarvoisena sitä ympäröivän maaston kanssa. Lisäksi malli on

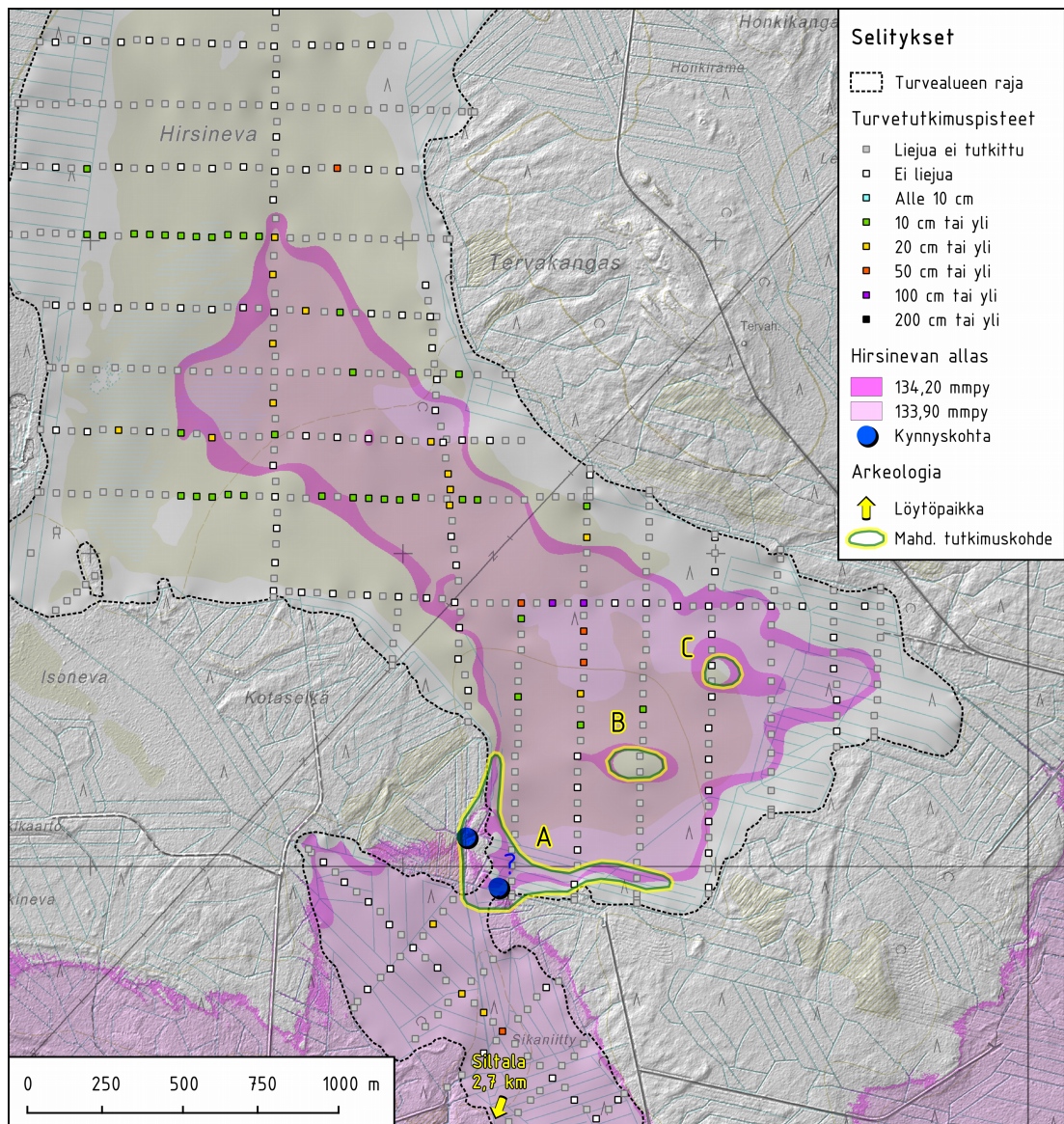
altis eri työvaiheissa tapahtuville virheille. Korkeusmallin muodot vaikuttavat suoraan muinaisrantojen piirtymiseen kartalle, joten esimerkiksi kymmenien senttimetrien korkeusvirhe voi piirteiltään tasaisessa maastossa johtaa rantaviivan sijoittumiseen satojenkin metrien päähän todellisesta paikasta. Inhimillisten ja menetelmälähteisten tekijöiden lisäksi mallin laatuun vaikuttavat alueen topografia, tutkimuspisteistön tiheys ja levinneisyys. Vanhasta linjatutkimusmenetelmästä johtuen turvealueille on usein jäänyt merkittäviä tutkimattomia alueita (Laatikainen 2011; Torppa et al. 2011). Vaikka vedenpinnan vaihteluväliyöhykkeen tarkoituksena on havainnollistaa erityisesti korkeustulkintojen epävarmuutta, se ei poista sovellettuun korkeusmalliin syystä tai toisesta syntyneitä virheitä ja vääristymiä. Sovelletun korkeusmallin epävarmuuden mallintaminen turvealueilla geostatistiikan keinoin olisikin tarpeellista. Epävarmuuden mallintaminen on kuitenkin oma tutkimusaiheensa, eikä sitä voitu sisällyttää tähän työhön. On joka tapauksessa luultavaa, että jo edellä mainittu GTK:n ArcGIS-laajennus MITTI olisi oikea työkalu epävarmuuden mallintamiseen, sillä sovelluksella on mahdollista tuottaa epävarmuuden määrää havainnollistavia analyysikarttoja (Torppa et al. 2011). Mallintamisen edellytyksenä voi tosin myös olla sovelletun korkeusmallin interpoloiminen MITTI:n algoritmien avulla.

Toisaalta jo pelkkä tietoisuus rekonstruktion epävarmuustekijöistä voi olla riittävää erilaisissa tutkimuksissa. Virhelähteistä perillä pysyminen ja laadun varmistaminen on silti tarpeellista, joten tarkastelin ja kirjasin rekonstruointiprosessin aikana työvaiheiden lopputuloksia ja esiin tulleita ongelmakohtia, jonka jälkeen korjasin virheet ja laadin rekonstruktion uudelleen. Räikeimpien virheiden tutkimiseksi tarkastelin tuottamieni aineistojen piirteitä erilaisin visualisointikeinoin. Esimerkiksi kohdat, joissa sovelletun korkeusmallin pinta oli virheellisesti alkuperäistä korkeusmallia eli nykyistä maanpintaa korkeammalla, oli helppo paikantaa turvepaksuusmallien avulla; näissä kohdissa turpeen paksuus ilmeni negatiivisena arvona. Rantarekonstruktion luotettavuutta oli lisäksi helpompi arvioida liitettyäni siihen turvealueen rajauspolygonin ja tutkimuspisteet.

5 Rekonstruktioiden tarkastelu

5.1 Haapajärven Hirsinevan–Sikaniityn alue

Suoalueiden pohjatopografiset piirteet ja liejuhavainnot paljastavat alueella olleen kaksi muinaisallasta, joista toinen sijoittuu Hirsinevan ja toinen Sikaniityn alueelle (kuvat 12 ja 13).

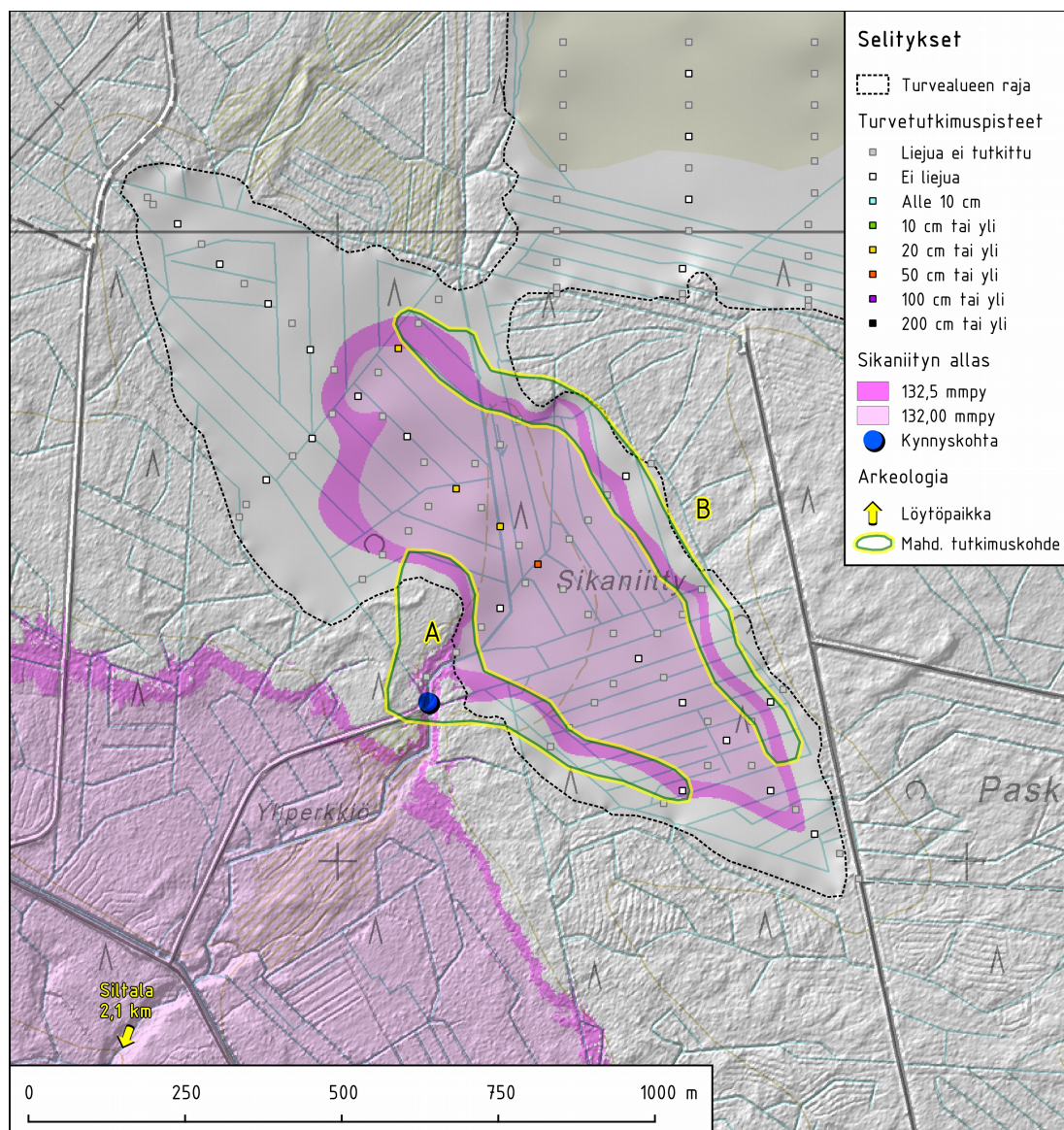


Kuva 12. Hirsinevan muinaisallas. Korostettuna esimerkkinä ojitettu kynnysalue (A), joka voisi soveltua tarkkuusinventointiin, sekä mallista erottuvat saaret (B, C), joilla voitaisiin tehdä esimerkiksi koekuopituksia. Tausta-aineisto © MML 2014.

Sovelletun korkeusmallin tarkastelussa Hirsinevalla hahmottuu pitkänomainen, pinta-alaltaan noin 150 hehtaarin laajuinen, parin kilometrin mittainen ja vähintään muutamien satojen metrien levyinen järvi. Se on luoteis-kaakkoissuuntainen, kaakkoisosastaan laajeneva, ja se sijoittuu suon eteläisessä osassa olevaan laakeaan syvänteeseen. Allasta ympäröi loivasti kohoava hietamoreenimaasto. Lasku-uoma on sijainnut järven eteläpäädyssä paikalla, josta nykyinen Hirsioja saa alkunsa. Varsinaisen kynnyksen sijaintia ja tarkkaa korkeutta on vaikea paikantaa, koska koko muinaisen järven käsittämä alue on turpeen peitossa. Kynnyksen voi silti sijoittaa melko luotettavasti korkeudelle 133,90–134,20 mmpy. Rantamuodostumia ole havaittavissa, sillä koko allas on soistunut. Liejuesiintymien tulkinta ei osoittautunut helpoksi. Limnisiä sedimenttejä esiintyy laajalti koko suon alueella, myös useita metrejä paikannetun kynnyksen ja siten ylimmän mahdollisen tason yläpuolella. Nämä ohuet, pääosin kymmenen senttimetrin kerrostumat lienevät osin perua pienemmistä lamista, joiden rekonstruoiminen ei ole mahdollista, tai vaiheesta, jolloin Hirsinevan alue oli vielä matalaa Ancyclusjärven rannikkoa. Joka tapauksessa alueella on ollut myös yhtenäinen allas, jonka syvimmissä osissa liejukerrostumat ovat yli metrin paksuiset. Kynnyskorkeuden perusteella järvi on ollut keskimäärin noin 1–2 metriä syvä. Järven eteläosista erottuu myös kaksi saarta, joiden todellinen koko ja muoto jäävät arvailujen varaan. Hirsinevan altaalla tavatut liejut ovat hieno- ja karkeadetritusliejua, joiden päällä olevat turpeet ovat pääosin sara- ja rahkaturpeita. Mainittavia liejui- tai tulvakerrostumia ei turpeen välissä ole. Alueen nykyinen suo näyttää saaneen pitkälti alkunsa vesistön umpeenkasvussa, joka on jatkunut metsämaan soistumisena.

Sikaniityn allas sijaitsee suon keskivaiheilla ja on kokonaisuudessaan turpeen alla. Parin sadan metrin päässä pohjoisempana sijaitsevan Hirsinevan altaan lasku-uoma on virrannut Sikaniityn altaaseen, josta mutkittileva uoma on jatkunut muutaman kilometrin verran Kuusaanjokeen. Selkeästi erottuvan kynnyksen alin kohta asettuu korkeudelle 132,00 mmpy. Tulkitsin maastosta myös ”alkuperäisemmän” kynnystason korkeudelle 132,50 mmpy. Maastomallista ei erottunut muinaisrantoja. Liejuesiintymät täsmäävät hyvin kynnysten etsimiseen perustuvan vedenpinnan määrityksen kanssa, sillä ylimmät havainnot ovat korkeudella 132,00 mmpy. Turvetutkimuk-

sisä altaan keskiosassa olevan pohjan syvänteistä on mitattu 30–80 senttimetrin jär-
vimutakerrostumia. Liejun päällä on sekalaisesti sekä sara- että rahkaturvetta. Sika-
niityn allas on ollut pinta-alaltaan noin 20 hehtaaria, pohjatopografialtaan laakea ja
korkeintaan parin metrin syvyinen.



Kuva 13. Sikaniityn muinaisallas. Esimerkiksi alueilla A ja B olisi mahdollisuuksia suo-
ojien tarkkuusinventointiin tai koekuopituksiin. Tausta-aineisto © MML 2014.

Tutkimusalueen lähialueilla ei ole tehty rannansiirtymistutkimuksia, joten ajoitin al-
taat karkeasti Ristaniemen (1987) Muinais-Päijänteeseen rannansiirtymistietojen avulla.
Vaikka Ristaniemen aineisto on koottu Keski-Suomen alueelta – jonne sen käyttökel-

poisuus myös rajoittuu – on Muinais-Päijänteeseen pohjoisin osa sijainnut maankohoamisen isobaasien suuntaan nähden vain noin 20 kilometrin päässä Hirsinevan–Sikaniityn tutkimusalueesta. Aineisto soveltunee siis altain karkeaan ajoittamiseen. Pihtiputaan Kärnänkoscilla tapahtuneen Muinais-Päijänteeseen kuroutumisen kallistumisgradientin (8900 BP, 25 cm/km, 315 astetta karttapohjoiseen; Ristaniemi 1987:73, 82) avulla laskien Sikaniityn ja Hirsinevan altain kuroutuminen on tapahtunut Ancylysjärvestä 8900 BP, eli suunnilleen viimeistään noin 8000 eKr. Kynnyskorkeuksien korkeuseron johdosta Hirsinevan allas on Sikaniityn allasta hieman vanhempi. Muinais-Päijänteeseen kuroutumisajankohdan kallistumisgradientin perusteella järven alueella tapahtuneen maanpinnan kallistuman vaikutus lienee ollut jo huomattava parin kilometrin mittaisella, pituussuunnassa maankohoamisen maksimin suuntaisella Hirsinevan altaalla, jonka lasku-uoma sijaitsee järven eteläosassa. Kuroutumisen aikaan altaan luoteispääty on ollut noin puoli metriä kynnyskohta nykyistä matalammalla, jolloin ranta on saattanut olla jopa satoja metrejä kauempana, kuin mitä rekonstruktio esittää. Sikaniityn altaalla kallistumisen vaikutus on ollut pienempi, sillä kynnyskohta sijaitsee kallistumissuuntaan nähden altaan keskellä.

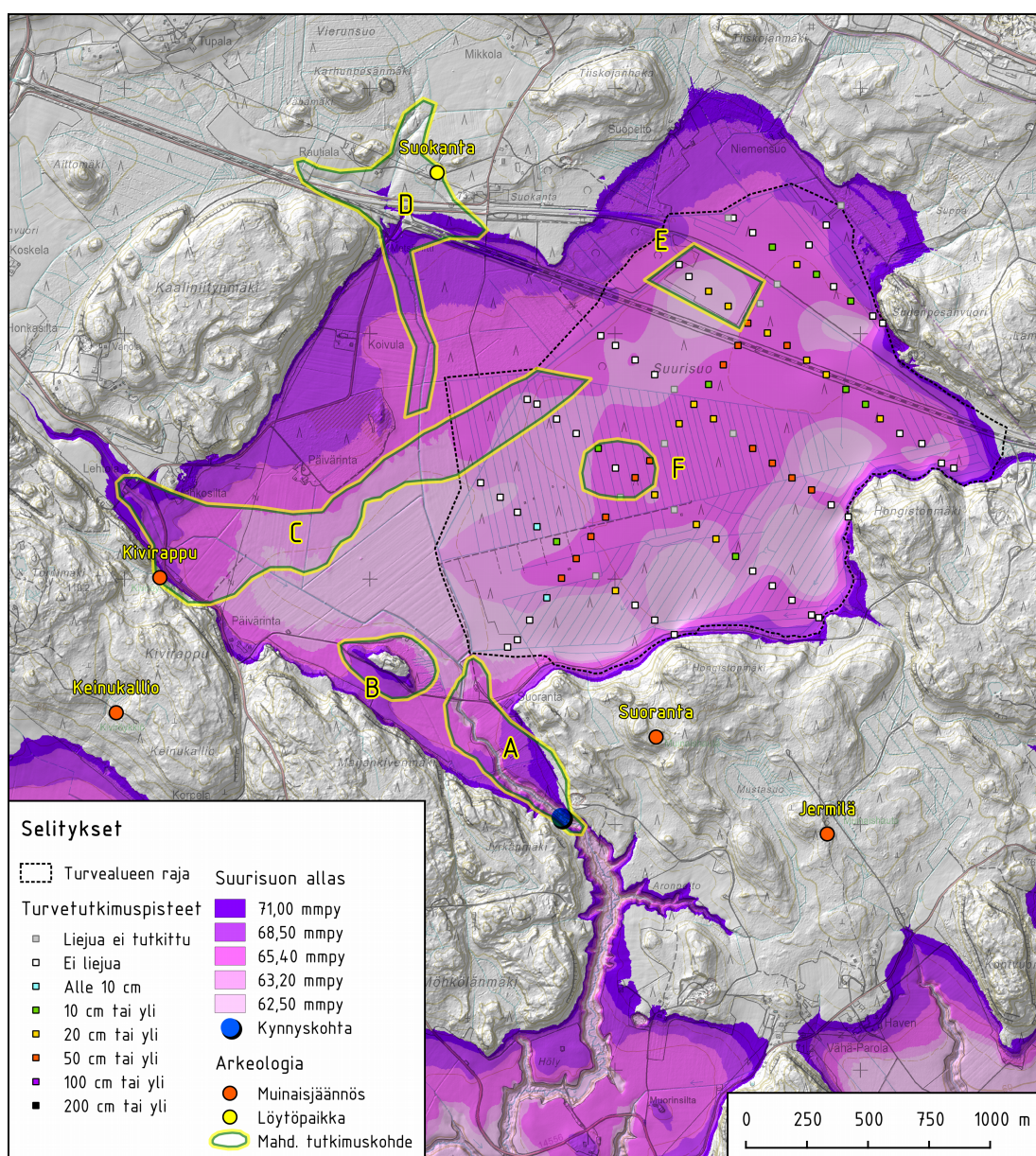
Hirsiojan pohjasta, muutamia kilometrejä suoalueelta etelään, on löytynyt oja kaivettaessa pohjalainen taltta (mj. rek. nro 1000018543; Latvakoski 2011:127). Kuivatuskanavien ja lasku-uomien parannustöissä löytyneet esineet ja järvien rannoilla sijaitsevat muinaisjäännökset ovat lähiseudulla yleisiä. Irtolöytö asettaa vedenjakajalueilla sijaitsevat syrjäiset suot ja lasku-uomat arkeologisesti mielenkiintoiseen valoon, vaikkei altain tarkkaa vesistöhistoriaa voida vielä tietää. Siltalan irtolöydön voi varsin luontevasti olettaa kertovan kivikautisesta ihmistoiminnasta Hirsiojan vesistöalueella.

Tutkimusalueen arkeologinen potentiaali on esitetty havainnekuissa 12 ja 13. Ympäröivän maaston lailla soiden pohjissa on luultavasti epätasaisuutta. Sovelletun korkeusmallin tarkkuus ei riitä pienten maastonpiirteiden, kuten saarten, lahtien tai mahdollisten lampien hahmottamiseen. Molempien altain ympäristössä maalaji on pääosin moreenia tai hiekkaa, joten altailla on saattanut olla kivikaudella asutukseen soveltuvia hiekkarantoja. Arkeologisesti mielenkiintoisilta vaikuttavat altain kynnys-

kohtien seudut sekä altaita yhdistänyt lyhyt uoma. Sikaniityn altaan kynnyksen tuntumassa on kivistä asuinpaikalle soveltuva kaareva ja hietainen niemi. Hirsinevan altaalla erottuu myös kaksi pientä saarta, joskaan niiden muotoa ei voi tarkemmin hahmottaa. Osalla Hirsinevan reuna-alueista sekä suuressa osaa Sikaniittyä on mahdollisuuksia suo-ojien pintapuoliseen tarkasteluun. Hirsinevalla muinaiset rannat ovat kauttaaltaan paksujen turvekerrosten alla, joten ainakaan luonnontilaisilta alueilta on vaikea osoittaa ihanteellisia tutkimuskohteita, sillä niiden tutkimiseen ei ole tällä hetkellä kustannustehokkaita keinoja. Koekuopitusten tekeminen rekonstruktiossa hahmottuville saarille olisi silti mahdollista.

5.2 Iitin Suurisuon alue

Suurisuon tutkimusalueella erottuu selkeä, yleispiirteiltään soikea ja laakea allas (kuva 14). Altaan eteläpäässä sijainneessa kynnyksessä ja siitä alkavan lasku-uoman eli Taasianojan varrella on havaittavissa voimakkaan kulutuksen merkit eli jyrkkä sola. Alkuperäistä kynnyskorkeutta (noin 71 mmpy) on vaikea määrittää enää metrienkään tarkkuudella, mutta maastonpiirteistä päätellen kuroutumisen jälkeen kulumista vaikuttaa tapahtuneen jopa lähes 10 metriä. Tästä johtuen altaassa on tapahtunut voimakasta rannansiirtymistä. Muinaisvedenpinnan vaihteluväli on Suurisuon altaalla suuri, mistä johtuen pinnan oltua ylimmillään on altaan pinta-ala ollut suurimmillaan 540 hehtaaria ja halkaisija noin kahdesta kolmeen kilometriä. Myöhemmissä vaiheissa järven pinta-ala on ollut moninkertaisesti tätä pienempi. Altaan eteläpäädyssä, lähellä kynnystä on pieni kukkula, joka on ollut joko niemi tai saari. Altaan pohjoiselta alueelta muinaisrannoilta vaikuttavia muinaisrantaterassien tapaisia kohoumia erottui ainakin kolme (yläosien korkeudet suunnilleen 68,50; 65,40 ja 62,50 mmpy).



Kuva 14. Suurisuon muinaisallas. Korostettuna alueita, joilla olisi mahdollisuuksia tarkkuusinventointiin: kynnysalue (A), saari (B), altaan länsiosa (C), Suokannan löytöpaikan alue (D), turvetuotantoalue (E) ja epämääräisesti hahmottuva saaren tai niemen tapainen maaston kohouma (F). Tausta-aineisto © MML 2014.

Muinaisjärvi käsittää Suurisuota laajemman alueen. Itse suo sijoittuu altaan itäiseen osaan, jossa pohja kohoaa loivasti kohti reuna-alueita. Altaan ollessa veden täyttämä on järven syvyys ollut nykyisen suon alueella matalampaa kuin altaan länsiosassa. Liejujen esiintyminen painottuu suon keskisiin osiin, ja siellä niiden paksuus on useita kymmeniä senttimetrejä. Tämä on huomioitava myös rekonstruktion tarkastelussa, sillä koska sovelletun korkeusmallin interpoloinnissa on käytetty turpeen (eikä siis

limnisten kerrostumien) pohjalukemia, näyttäytyy altaan pohja osin paksujen lieju-kerrostumien vuoksi ”kohollaan” olevana. Suon keskiosissa mineraalimaa tai kallio on tosin luonnostaankin hieman ympäristöään korkeammalla. Ylin mitattu liejuesiintymä on korkeudella 65,40 mmpy. GTK:n turveprofileissa on suon pohjimmaisten liejusavi- ja saviliejukerrostumien päällä paikoin puolen metrin verran karkeadetriusliejua. Pohjamaalaji on kauttaaltaan savea. Lähes kaikkialla liejukerrostumia peittää osin saravaltainen turve, joka profiilien ylemmissä osissa muuttuu rahkaturpeeksi. Tutkimuspisteistä kolmella on turpeiden välistä havaittu muutamia senttimetrejä saviliejua tai hiekkaa, mitkä voivat viitata tulvavaiheisiin. Kaiken kaikkiaan aineistot viittaavat siihen, että suon muodostuminen on alkanut järven itäosan matalikkojen umpeenkasvusta. Mutta vaikka useita metrejä paksu Suurisuo peittääkin merkittävän osan muinaisen järven alasta, ei altaan lopullinen katoaminen vaikuta johtuneen täydellisestä umpeenkasvusta, vaan kynnyksen eroosion aiheuttamasta tyhjentymisestä.

Rekonstruktiossa on havaittavissa syvänteen tapaisia vääristymiä etenkin Suurisuon itä- ja koillisosissa. Niiden syynä ovat sekä suon reunamaaston voimakkaat luontaiset korkeuserot että rakennus- ja louhintatoiminnan aiheuttamat muutokset topografiasa. Näillä alueilla turvealueen rajaaminen siten, ettei vääristymiä syntyisi, on käytännössä mahdotonta.

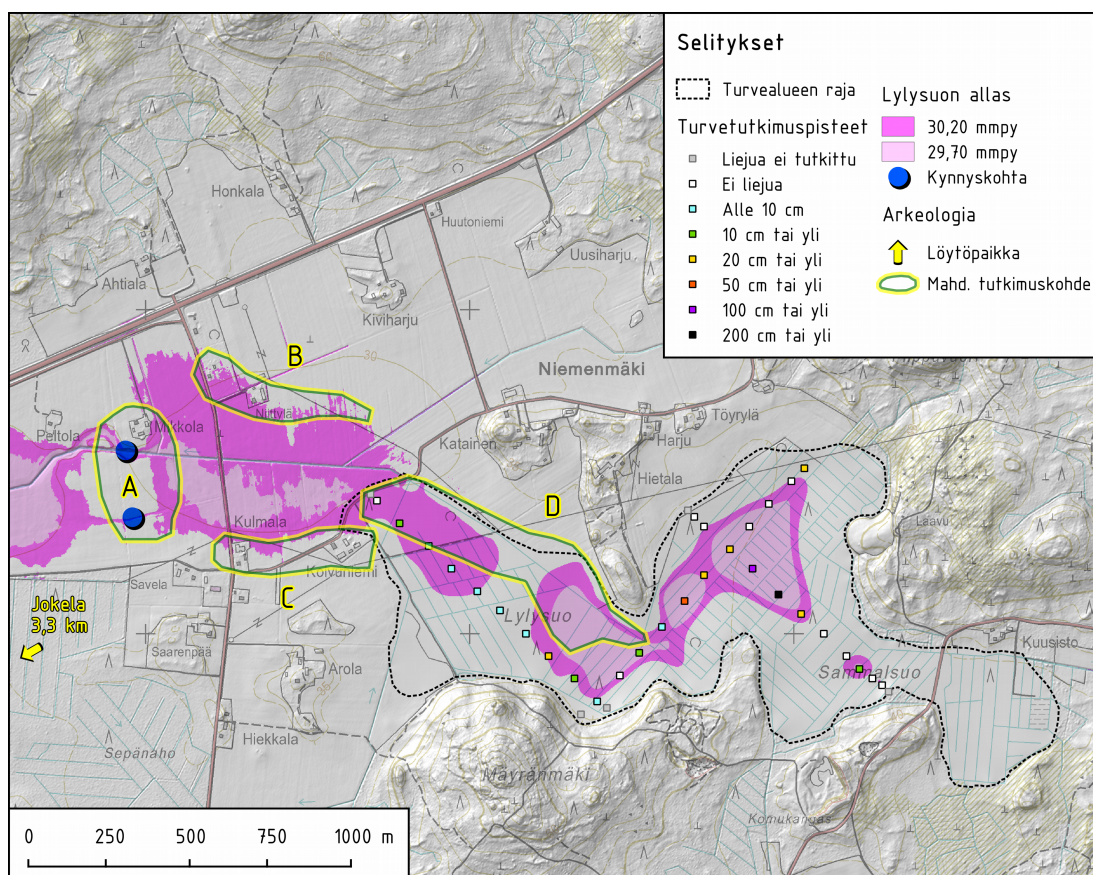
Allas on kuroutunut Yoldiameren alkuvaiheessa, sillä tuolloin laskevan merenpinnan taso on ollut seudulla 65–90 mmpy (Rainio et al. 1987). Ajankohdan jälkeen maa on kallistunut altaan alueella oletettavasti useita kymmeniä senttimetrejä, mikä lienee aiheuttanut järven luoteisosassa hyvinkin voimakasta vedenpinnan laskua suhteessa kaakkoisosaan.

Esihistoriallisista kohteista on Suurisuon muinaisjärven liepeiltä tiedossa vain Kivirapun (mj. rek. nro 1000012823) pronssi- tai rautakautiseksi ajoitettu röykkiö sekä Suokannan (mj. rek. nro 1000002277) kivitaltan löytöpaikka. Jälkimmäisen löydön sijoittumista ei voida suoraviivaisesti selittää muinaisjärvellä, sillä altaan pohjoispuolella sijaitsevan Suokannan tilan alueelta löydetyn taltan tarkka löytöpaikka ei ole tiedossa. Löytöpaikka voi kuitenkin liittyä Suurisuolle laskevaan puroon. Mielenkiin-

toisempi kohde lieneekin Kivirapun röykkiö, joka sijaitsee korkean kalliojyrkänteen päällä. Mikäli Suurisuon järvi on ollut olemassa vielä röykkiön rakentamisen aikoihin, on kohde sijainnut näyttävällä paikalla jyrkän rantakallion päällä. Muutamien kilometrien säteellä Kivirapusta tiedetään tosin muitakin vastaavankaltaisia, maastotarkastuksissa pronssi- tai rautakautisiksi ajoitettuja röykkiöitä (Vuoristo 2008:57), jotka eivät topografian perusteella liittyne Suurisuon muinaisaltaaseen millään tavoin. Ajoittavia löytöjä kohteilta ei tunneta. Yleispiirteissään tutkimusaluetta ympäröivä seutu on esihistoriallisen arkeologian löytöaineiston osalta sangen niukkaa.

Suurisuon altaalla on silti arkeologisesti tutkimisen arvoisia alueita. Osa altaan rannoista on nykyisin peltoa, osa suota tai metsää. Koska altaan koko vaikuttaa muuttuneen ajan saatossa yhä pienemmäksi ja lopulta olemattomiin, on suurin osa alueesta ollut jossain vaiheessa "muinaisrantaa". Uusien kohteiden etsinnässä maastotyöt olisi luonnollisinta kohdistaa ensisijaisesti maastosta havaittujen muinaisrantojen paikoille tai niiden korkeuksille (kuva 14). Pintatarkasteluun soveltuvia inventointialueita voisivat olla kynnyskohta, sen lähellä sijaitseva saarimainen kukkula sekä altaan läntiset osat, jossa on muun muassa mahdollisia muinaisrantoja sekä pohjoisesta laskevan ojan ja altaan yhtymäkohta. Tutkimisen arvoinen on myös suon pohjoisreunalla sijaitseva turvetuotantoalue sekä altaaseen laskeneen puron tai ojan varsi, jonka läheisyydestä Suokannan irtolöytö on peräisin. Varsinaisella suolla on runsaasti mahdollisuuksia ojien tarkasteluun. Esimerkiksi suon keskiosissa on saattanut järven jossain kehitysvaiheessa sijaita saaren tai niemen kaltainen maastonmuoto, jota on tosin vaikea erottaa rekonstruktiosta. Suon loivasti kaakkoon viettävät luoteisreunamat ovat saattaneet soveltua esihistoriallisen pyyntikulttuurin asuinalueeksi, vaikkakin alueen maaperä on pääosin savea, eikä hiekkarantoja ole ollut.

5.3 Kouvolan Lylysuon alue



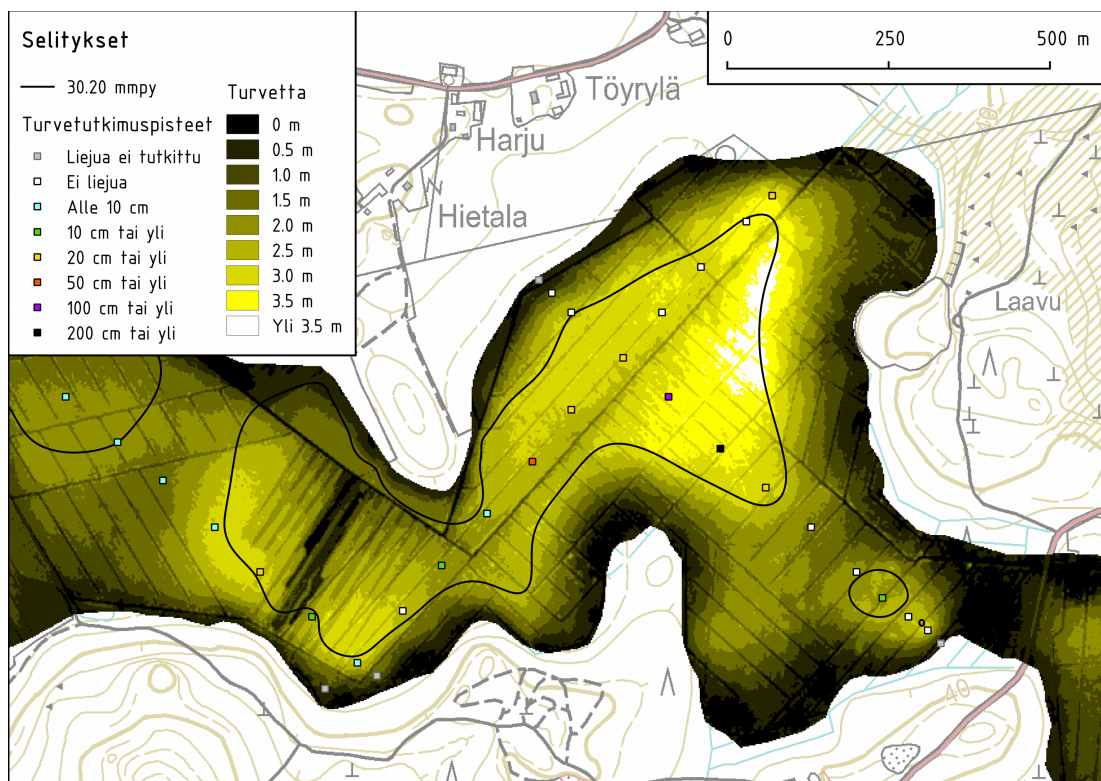
Kuva 15. Lylysuon muinaisallas. Korostettuna kynnysalue (A), nykyisen asutuksen alueita (B, C) sekä ojitettu suoalue (D), joilla olisi mahdollisuuksia ojen tarkkuusinventointiin. Tausta-aineisto © MML 2014.

Rekonstruktiossa Lylysuolla hahmottuu kaksi allasta, joskin on luultavampaa, että kyseessä on yksi yhtenäinen allas (kuva 15). Altaan "katkeaminen" toimii esimerkkinä siitä, kuinka suon muoto sekä mallin interpoloinnissa käytettyjen pisteiden määrä ja levinneisyys vaikuttavat rekonstruktioon. Aineiston ollessa harvaa alueelle jää laajoja epävarmoja alueita, ja käytännössä tällainen rekonstruktio on nähtävä karkeasti suuntaa antavana. Epävarmuudesta johtuen käsittelen Lylysuon muinaisjärveä yhtenä allaskokonaisuutena.

Allas on pitkänomainen, hieman L-kirjaimen muotoinen. Sen itäosa sijoittuu suoalueelle, läntinen osa on peltoa. Altaan pituus on hieman yli kaksi kilometriä, ja leveys vaihtelee puolesta kilometristä sataan metriin. Järvi on ollut syvimmilläänkin vain noin metrin luokkaa ja keskiosastaan se on ollut erityisen matala. Maastomallia

tarkastelemalla järvellä paljastuu olleen selkeästi kaksikin kynnystä, joista tuoreempi on sijainnut nykyisen länteen virtaavan Pekkiojan kohdalla Mikkola -nimisen tilan eteläpuolella korkeudella noin 29,70 mmpy. Tästä noin 200 metriä etelään sijaitsee noin 30,20 mmpy toinen kynnys ja siitä on erotettavissa myös länteen virranneen muinaisuoman pelloilla mutkitteleva jäännö. Selkeitä muinaisranta muodostumia ei tutkimusalueelta erotu. Turvetutkimuksissa liejuja on havaittu suurimmassa osassa tutkimuspisteitä keskimäärin 30 senttimetrin kerros. Liejua on ohuena kerroksena myös ylimmän kynnyskorkeuden yläpuolella, joten se lienee perua kuroutumista edeltäneeltä ajalta. Tätä tukee myös se, että ylipäättään merkittävä osa altaan liejuhavainnoista on saviliejua tai liejusavea, joskin osa on myös hieno- ja karkeadetritusliejua. Paksuin, kahden metrin liejuesiintymä on altaan itäpäädyssä. Liejakerrosten päällä on yleisesti noin kahden metrin saraturvekerros, ylimpien osien ollessa rahkaturvetta. Kokonaiskuvassa Lylysuon muinaisaltaan itäosassa näyttää tapahtuneen umpeenkasvua, mutta ainakin järven länsiosan lopulliseen tyhjentymiseen lienee vaikuttanut myös kynnyn syöpyminen lopulta altaan pohjan tasolle.

Tutkimusalue sijaitsee Litorina 30 m -isobaasilla (Muinaisranta tietokanta 2014), joten altaan kuroutumisen ajoittamiseen voitaneen käyttää Sepän et al. (2000:227) kyseiselle isobaasille sovittamaa, vaikkakin pääkaupunkiseudulle tarkoitettua rannansiirtymiskäyrää. Mikäli kuroutuminen ajoitetaan altaan ylemmän kynnyn perusteella, on allas vapautunut Ancyclusvaiheen lopulla noin 7300 eKr. Tämän jälkeen Litorinatransgressio vaikuttaa nostaneen merenpinnan juuri altaan kynnyn korkeuksille. Lopullinen kuroutuminen on tapahtunut Litorinamerestä muutamien vuosisatojen tarkkuudella noin 5000 eKr. Maan kallistuminen on luultavasti vaikuttanut maastoon siten, että järven länsiosa on noussut suhteessa itäosaan, joten kuroutumisajan kohtana järven itäosassa vesi on ollut hivenen matalampaa kuin mitä rekonstruktio esittää.

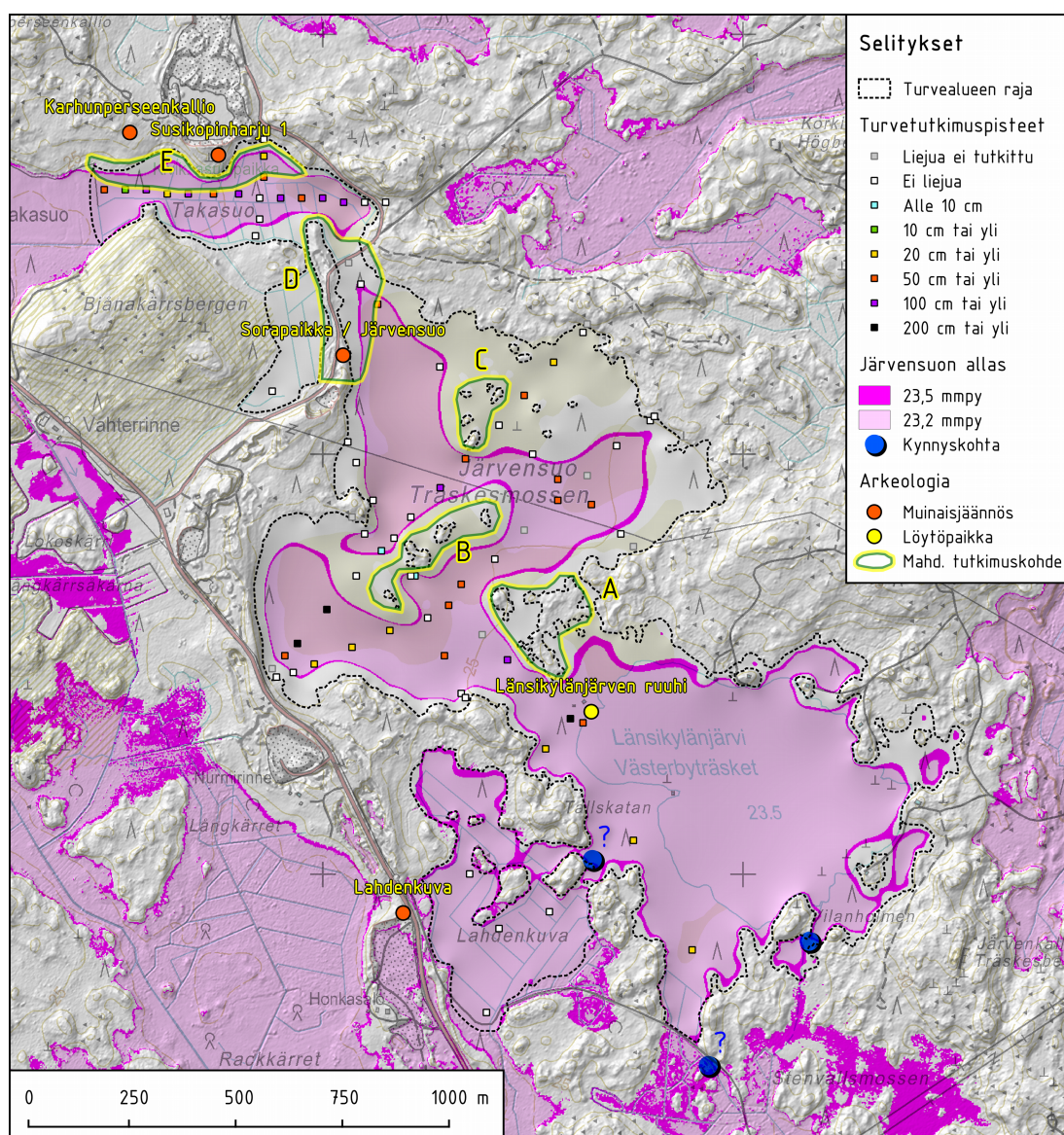


Kuva 16. Lylysuon turpeen paksuus suhteessa muinaiseen vedenpinnan tasoon 30,20 mmpy. Muinaisaltaan itäisessä päädyssä turvetta on kyseiseen tasoon nähden useita metrejä. Tausta-aineisto © MML 2014.

Muinaisjäännösrekisterin tietojen perusteella altaan läheisyydessä ei ole arkeologisia kohteita, ja ainoa etäisestikään sen vesistöalueeseen liittyvä irtolöytö (tasataltta, mjl. rek. nro 1000016925) on lähes neljän kilometrin päässä altaasta Pekkiojan ja Taasianjoen yhtymäkohdassa. Käytännössä kyseisen löydön yhteyttä Lylysuon altaaseen ei voida osoittaa. Esihistoriallisen arkeologian näkökulmasta altaan ympäristö on kuitenkin tutkimisen arvoinen. Esimerkkeinä tästä ovat muun muassa järven kynnyskohdat. Altaalla pohjamaalajit ovat pääasiassa savea, joten erityisiä hietaisia rantoja ei ole havaittavissa. Vaikkei maastomallista erotu myöskään muinaisrantoja, löytyy rekonstruktion ja maaston nykytilan väliltä mielenkiintoinen yhteys: altaan länsiosaa ympäröivät maatilat sijoittuvat rekonstruktion ylintä rantatasoa vastaavalle korkeudelle. Havainnon pohjalta on helppo muodostaa tulkinta, että muinainen rantaviiva olisi vielä historiallis-moderninakin aikana ollut jollain tapaa, kuten maaperä- tai kasvillisuusolosuhteiltaan asutusta houkuttelevaa. Alueella saattaisi siten olla mahdollisuuksia eriaikaisten kohteiden löytymiselle. Vaikka tulkinta olisi virheellinen, tuottaa rekonstruktio huomioon otettavan maisema-arkeologisen näkökulman. Aina-

kin siis Lylysuon altaan länsiosa vaikuttaa arkeologisesti potentiaaliselta tutkimuskohteelta, ja siellä olisi erinomaiset mahdollisuudet peltojen tarkkuusinventointiin. Varsinaisella Lylysuolla on mahdollisuuksia ojien pintatarkasteluun; tosin suurimassa osassa suota ojien pohjat eivät ulotu edes altaan ylimmän vedenpinnan tasolle, eli ojat ovat inventointiin liian matalia (kuva 16). Alueelta voi Lylysuon muinaisjärvivaiheen lisäksi löytyä myös Ancyclus- ja Litorinavaiheisiin liittyviä kohteita.

5.4 Pyhtään Järvensuon–Takasuon alue



Kuva 17. Järvensuon muinaisallas. Korostettuna suolla sijaitsevat saarekkeet (A–C), Sorapaikan / Järvensuon muinaisjäännealue (D) sekä Takasuon Susikopinharju 1:n ja Karhunperseenkallion alue (E). Tausta-aineisto © MML 2014.

Järvensuon–Takasuon alueella ainoastaan Järvensuolta löytyi järveksi tulkittava allas (kuva 17). Topografian tarkastelu paljasti, että vaikka Takasuon pohjassa on liejua, ei sen kerrostumisympäristö ole ollut ainakaan pieni järvi, vaan luultavasti suojaistaa Litorinameren lahtea. Tästä syystä tarkastelen tässä lähinnä Järvensuon aluetta.

Järvensuon muinaisallas on kokonaan nykyisen suoalueen ja sen kaakkoisosassa sijaitsee 29 hehtaarin laajuinen Länsikylänjärvi. Muodoiltaan Järvensuon allas on epämääräinen ja vaihteleva, kooltaan noin vajaat 100 hehtaaria ja noin kaksi kilometriä pitkä. Muinaisjärveä rajaa länsipuolella harjualue ja muualla jyrkkäpiirteinen ja louhikkoinen moreenimaasto. Altaaseen saattaa kuulua Länsikylänjärven länsipuoleinen Lahdenkuva -niminen ojitettu suoalue, joka on oikeastaan itsenäinen, kapeiden salmien Järvensuosta erottama suoalue.

Länsikylänjärven (pinnan korkeus 23,50 mmpy) nykyinen hyvin vaatimaton lasku-uoma sijaitsee järven eteläpäässä. Topografiaa tarkastelemalla on vaikea sanoa, onko se toiminut aina altaan lasku-uomana, vai onko esimerkiksi soistumiskehityksellä ollut vaikutusta altaan hydrologiaan ja veden purkautumisreitteihin. Sovelletun korkeusmallin pohjalta voi nimittäin muodostaa kuvan, että nykyiset turvekerrostumat ikään kuin patoavat allasta, ja että ilman niitä vedenpinta ei ole voinut olla samalla tasolla kuin nykyään; sovelletussa korkeusmallissa allas ei sulkeudu tällä korkeudella. Aineisto ei riitä soistumiskehityksen tarkempaan selvittämiseen, ja koska malli on etenkin suon eteläisillä reuna-alueilla täysin epätarkka, jää asia epävarmaksi. Joka tapauksessa alin mahdollinen kynnys on korkeudella 23,20 mmpy. Altaan alueella on yleisesti useiden kymmenien senttimetrien liejukerrostumat, joiden alapuolella on myös saviliejua ja liejusavea. Liejua on kynnyskorkeuden yläpuolella (24,10 mmpy), kaikkialla altaan syvänteissä ja matalikoissakin, mutta esimerkiksi Lahdenkuvan suoalueen tutkimuspisteillä liejuhavaintoja ei ole. Liejukerrostumien päällä on yleisesti ottaen parin metrin kerros saraturvetta ja ylimmäisenä rahkaturvetta. Tämän perusteella suurin osa Järvensuosta vaikuttaa muodostuneen itsenäisen järven tai Litorinameren lahden umpeenkasvussa.

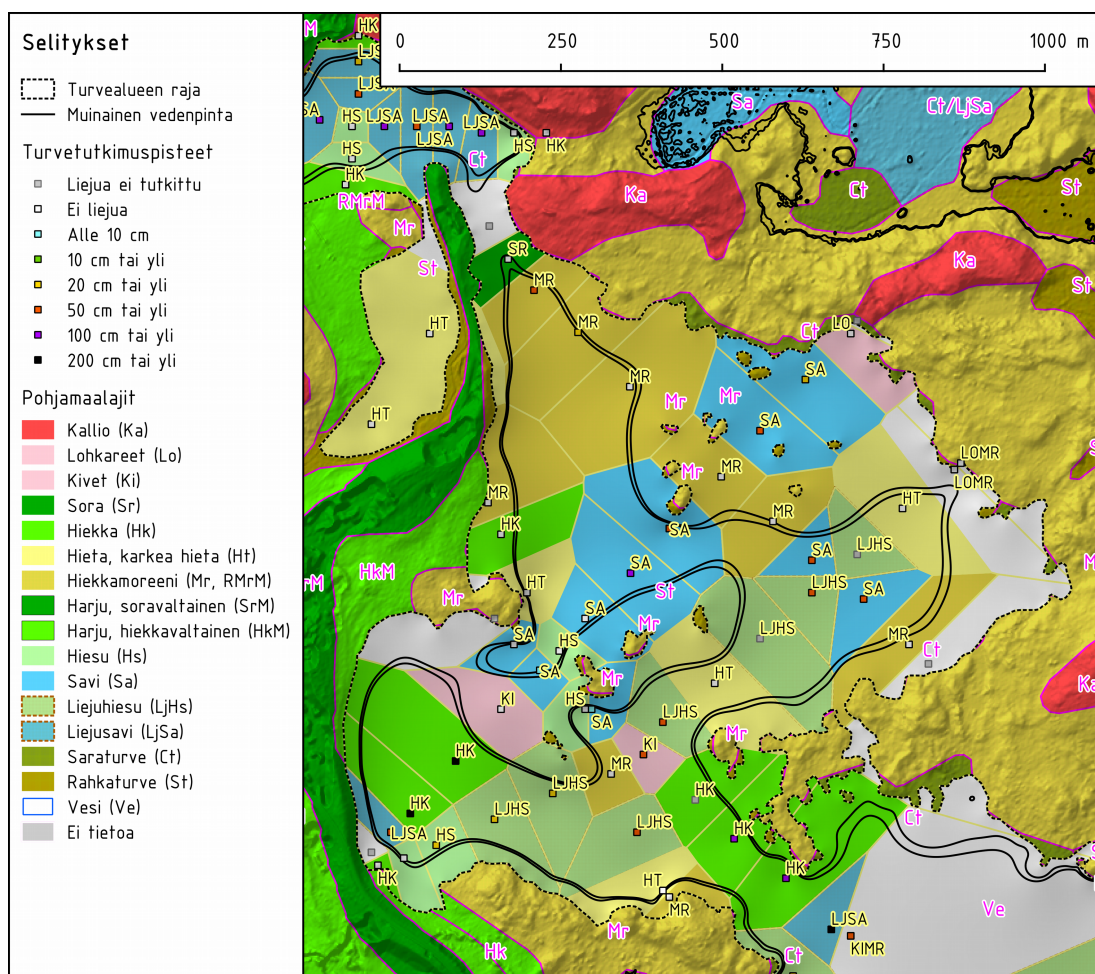
Järvensuon muinaisaltaan rekonstruktio on tarkka suon pohjoisosissa, mutta Länsikylänjärven alueella ja suon reuna-alueilla malli ei ole lainkaan luotettava, koska alueilta ei ole saatavissa minkäänlaisia turpeen tai veden syvyystietoja. Lahdenkuvan alueella tutkimuspisteitä on harvassa ja alue on ojitettu, minkä vuoksi malli on siellä hyvin epätarkka; on siis vaikea hahmottaa, onko Lahdenkuvan alue ollut osa Järvensuon muinaisallasta. Lisäksi, koska Järvensuon alueen topografia on jyrkkäpiirteistä, voi rekonstruktiosta saatavan kuvan ja todellisuuden välillä olla paljonkin eroa. Altaan syvyysvaihtelu on oletettavasti suhteellisen suurta.

Miettisen ja muiden (1999:21) Loviisan alueelle laatiman rannansiirtymiskäyrän ja Länsikylänjärven nykyisen kynnyskorkeuden perusteella allas on kuroutunut Litorinamerestä noin 3500 eKr. Ennen altaan kuroutumista merenpinta on ollut ympäristössä satoja vuosia suunnilleen samoilla paikkeilla. Alueella on havaittu mahdollinen Litorinatransgression aikainen rantamuodostuma keskimäärin korkeudella 26,20 mmpy (Hyypä 1937; Muinaisrantatietokanta 2014).

Kuten jo mainittua, Takasuo on ollut merenlahtea, eikä sen alueelta löytynyt järveksi sulkeutuvaa korkeuskäyrää. Liejukerrostumista päätellen suo on saattanut syntyä merenlahden umpeenkasvussa. Suon pohjoisreunalla sijaitsevat Susikopinharju 1:n (mj. rek. nro 624010020) ja Karhunperseenkallion (mj. rek. nro 1000007153) asuinpaikat, joista edellä mainittu on merkittävä ja harvinainen mesoliittinen asuinpaikannekohte. Kohteet saattavat olla samaa kokonaisuutta. Susikopinharju 1:llä on tehty kaivauksia (ks. mm. Lönnqvist 2009), joissa kohteelta on saatu runsaasti kiviesineistöä ja palanutta luuaineistoa.

Järvensuota reunustavalta harjulta tunnetaan Sorapaikan (mj. rek. nro 1000012800) ja Järvensuon (mj. rek. nro 1000007152) kivikautiset asuinpaikat, jotka sijaintikuvausten perusteella vaikuttavat olevan samaa muinaisjäännöstä. Inventointikertomuksessaan Seppälä (2007:68) esittää kohteen sopivan sijaintinsa puolesta varhaiskivikautiseksi saariasuinpaikaksi, mutta samoja topografisia kriteereitä tarkastellen se voi ajoittua Litorinatransgression käsittämälle alueellisesti pitkähkölle aikajaksolle, joskin kyseessä voi olla myös järviasuinpaikka. Sorapaikan/Järvensuon kohde saattaa

liittyä Susikopinharjun ja Karhunperseenkallion kohteisiin, sillä useiden kilometrien mittaisen Susikopinharjun varrelta tunnetaan joka tapauksessa useita kiviakautisia kohteita, jotka lienevät sijainneen Itämeren muinaisvaiheiden rannalla. Länsikylänjärven rannasta veden alta on löydetty ajoittamaton ruuhi (mj. rek. nro 2474), jota ei tosin ole tarkastettu arkeologien toimesta.



Kuva 18. Järvensuon pohjamaalajit turveaineistojen maaperäkartan ja avulla esitettyä; turveaineistoista johdettu värikoodeja maaperäkarta-aineistoa. Korostettuna muinais-ta vedenpinnan tasoa kuvaavat korkeuskäyrät (ks. kuva 17). Tausta-aineisto © GTK 2014, MML 2014.

Tutkimusalueella on nykyisen tutkimusaineiston valossa potentiaalia niin suo- kuin kuivan maan arkeologian suhteen (kuva 17). Uusien kiviakautisten kohteiden löytäminen Järvensuon altaalta tai sen kuroutumista edeltäneiden vaiheiden rannoilta on mahdollista. Mielenkiintoisia maaston piirteitä ovat altaan saaret, jotka pilkistävät suosta, sekä Takasuota ja Järvensuota erottava kapea kannas. Pohjamaalaji vaihtelee

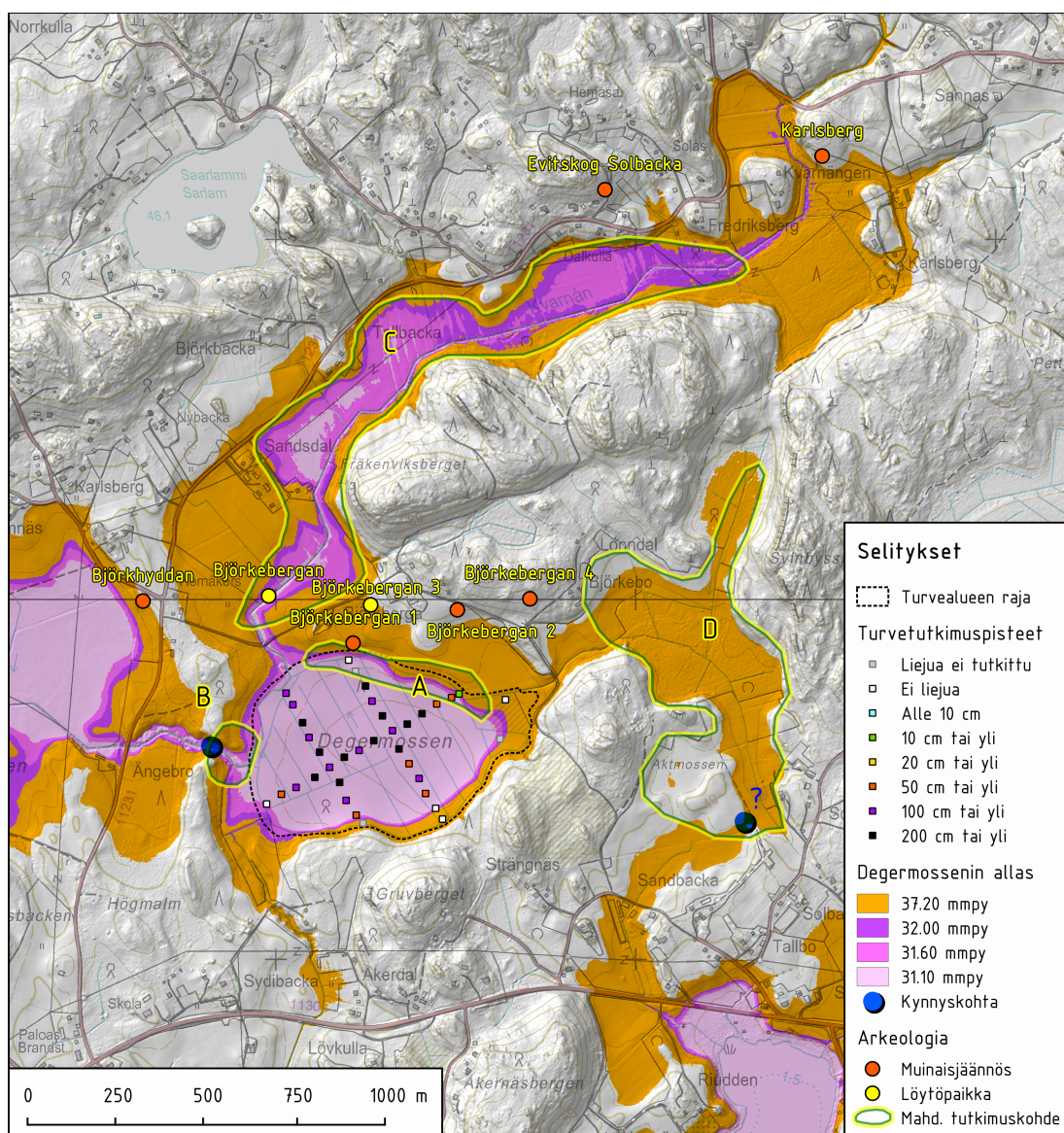
(kuva 18), ja alueella on ollut mahdollisesti hiekkarantoja. Näitä alueita voitaisiin tutkia lähinnä koekuopittamalla. Järvensuon luonnontilaisuudesta johtuen pintapoimintaan ei ole hyviä mahdollisuuksia, mutta Sorapaikan/Järvensuon länsipuoleisella suoalueella ja Takasuolla Susikopinharju 1:n ja Karhunperseenkallion asuinpaikkojen edustalla on puolestaan pintatarkasteluun soveltuvia ojia. Molemmat tutkimusalueen suot ovat siis arkeologisesti mielenkiintoisia, ja rekonstruktioista voisi olla hyötyä muinaisjäännösten jatkotutkimuksissa.

5.5 Kirkkonummen Degermossenin alue

Degermossenin tutkimusalueella on hahmotettavissa allas, jonka veden pinnan vaihteluväli on kynnyskohdan kulumisesta johtuen ollut suuri. Pienimmillään järvi on rajoittunut Kvarnån laakson syvimpään, soikean muotoiseen painaumaan eli pääpiirteissään Degermossenin suon paikalle. Tällöin sen koko on ollut noin 700 x 450 metriä. Lisäksi Degermossenin pohjoispuolella, Kvarnån varrella näyttää olleen pienempiä järviä tai joen ”pullistumia”, jotka ovat edelleen osittain suoperäistä maastoa. Laajimmillaan järvi on ulottunut suota huomattavasti laajemmalle alueelle käsittäen suuren osan Kvarnån laaksoa ja myös Degermossenin itäpuoleista laaksoa, jolloin allas on ollut muodoiltaan mutkitteleva ja muutamien kilometrien mittainen. Vaihteluvälistä johtuen altaan pinta-ala on ollut 25–150 hehtaaria. Lasku-uoma on sijainnut altaan lounaisosassa, paikalla jossa Kvarnån virtaa hietaisen, harjumaisten mäen läpi syvässä solassa. Kynnys vaikuttaa kuluneen useita metrejä, minkä vuoksi alkuperäistä kuroutumiskorkeutta on hankala määrittää tarkasti. Tutkimusalueen topografian perusteella on mahdollista, että altaalla on varhaisessa vaiheessa voinut sijaita myös itäinen kynnys (noin 37,20 mmpy). Alimmillaan kynnys on ollut noin 31,10 mmpy. Altaalla on havaittavissa rantaterassi suunnilleen korkeudella 32–36 mmpy; kivikautinen asuinpaikka Degermossen 1 sijoittuu terassin kohdalle, sen muinaisjäännösalueen rajauksen alin osa on noin 32 mmpy korkeudella.

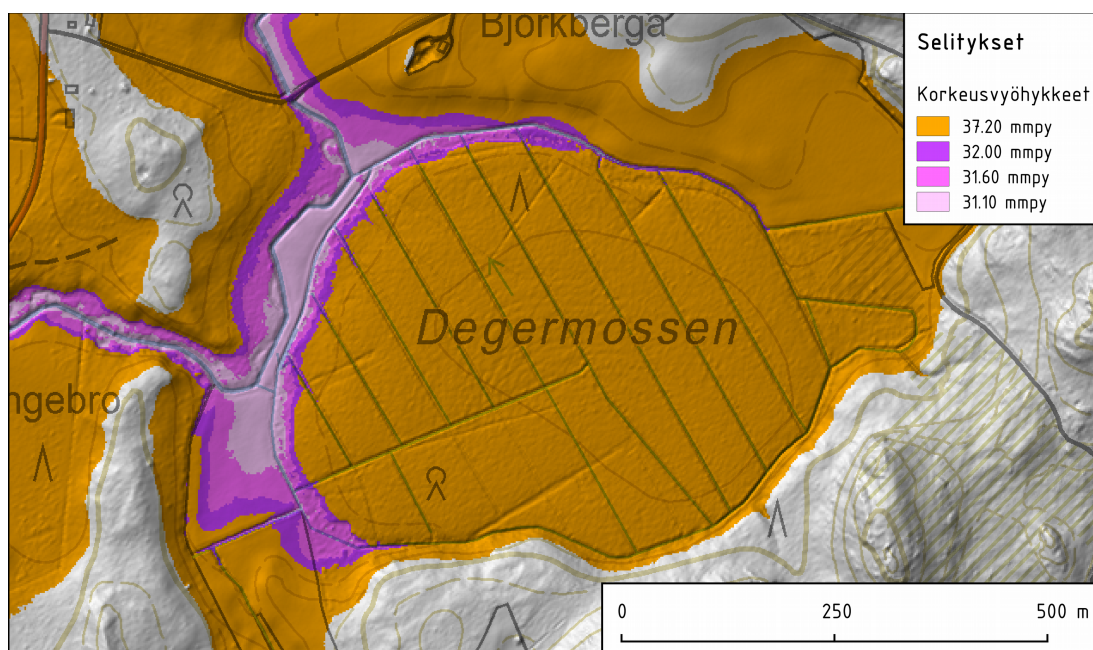
GTK:n turvetutkimustiedoissa Degermossenin pohjalla esiintyy liejua miltei koko suon alueella. Liejun ylin mitattu esiintymiskorkeus on 31,60 mmpy. Alimmissa kohdin on jopa useiden metrien paksuisia savilieju- tai liejusavikerrostumia, ja niiden

päällä on useiden kymmenien senttimetrien paksuudelta hienodetritus- ja karkeadetritusliejua. Liejujen päällä on yleisesti noin pari metriä sara- tai rahkaturvetta, ja päällimmäiset, useiden metrien paksuiset kerrokset on luokiteltu *Acutifolia*, *Palustria* ja *Cuspidata* -turpeiksi. Suon keskiosista on myös löydetty runsaasti vesipähkinän jäännöksiä, mutta niistä ei saatavilla ajoitustietoa. Vesipähkinä on ollut yleinen kivi-kauden lämpömaksimin aikaan, ja sen on todettu elävän runsasravinteisessa vedessä (Vuorela 1981).



Kuva 19. Degermossenin muinaisallas. Korostettuna kohteen Björkebergan 1 edusta (A), altaan kynnys (B), Kvarnån varsi (C) sekä Björkebon tilan kaakonpuoleinen suolaakso (D). Tausta-aineisto © MML 2014.

Degermossenin alueella tutkimuspisteet sijaitsevat suhteellisen tasaisesti toisiinsa nähden, joten suon alueella sovellettu korkeusmalli on melko luotettava. Suon eteläosissa on tosin havaittavissa pientä painannemaista vääristymää, mikä johtunee jyrkästi kohoavasta suon reunasta. Degermossenin esimerkki osoittaa, ettei muinaista rantaviivaa olisi ollut mahdollista rekonstruoida suon alueelle ilman sovellettua korkeusmallia; paksut turvekerrostumat peittävät suuren osan entisestä altaasta (kuva 20).



Kuva 20. Muinaisrantoja vastaavat vedenpinnan korkeudet visualisoituina Degermossella tavallisesta korkeusmallista. Kuvan perusteella voi päätellä, missä kohtaa maastoa muinaisen vedenpinnan taso ja nykyisen maan- tai suon pinta leikkaavat. Lisäksi vertaamalla kuvaa varsinaiseen rekonstruktio karttaan käy ilmi, kuinka suo peittää muinaista alasta. Tausta-aineisto © MML 2014.

Kynnyksen kuluneisuudesta johtuen altaan kuroutumista on vaikea ajoittaa tarkasti. Sepän et al. (2000) pääkaupunkiseudun rannansiirtymiskäyrän ja Mäkiahon (2009) etäisyysdiagrammin avulla arvioituna Degermossenin altaan kuroutumisen on täytynyt tapahtua viimeistään 5700 BP eli yli kuusi tuhatta vuotta sitten. Litorinatransgressio on yltänyt Degermossenin altaalle (Muinaisrantatietokanta 2014). Maanpinnan kallistumisen aiheuttama vedenpinnan muutos on ollut luultavasti vähäistä.

Degermossenin muinaisaltaan alueelta tunnetaan useita kivikautisia asuin- ja irtolöytöpaikkoja. Tämä sopii kuvaan, sillä allas on toiminut kivikautiselta aineistoltaan runsaiden Stora Lonoksin ja Petäjärven välisenä kulkualueena. Tästä syystä laajat alueet laakson pelloista ovat tarkkuusinventoinnin arvoisia. Myös itse Degermossen vaikuttaa suoarkeologisesti hyvin potentiaaliselta tutkimusalueelta. Suon pohjoispuolella sijaitsee kivikautinen asuinpaikka Björkebergan 1 (mj. rek. nro 1000015089), jonka onkin tulkittu sijainneen muinaisjärven rannalla (Kouki et al. 2010:24). Kohdetta sivuava suoalue ja pellonreuna olisivatkin mahdollisten löytöjen vuoksi tarkkuusinventoinnin tai jopa geofysikaalisen tutkimuksen arvoisia. Degermossenin pohjoispuolella sijaitsevat Kvarnån varren mahdolliset pienemmät altaat sekä suon itäpuolella, tarkemmin Björkebon tilan kaakkoispuolella sijaitseva paikoin ojitettu suo-laakso ovat niin ikään jopa suoarkeologisesti mielenkiintoisia, ja niiden alueella saat-
taa olla hyviä mahdollisuuksia tarkkuusinventointiin (kuva 19).

6 Pohdintaa

Tutkimukseni osoitti, että MML:n LiDAR-korkeusmalleja ja GTK:n turvetutkimusaineistoja yhdistämällä voidaan tuottaa käyttökelpoisia vesistörekonstruktioita soistuneilla alueilla. Korkeusmalli 2m -aineisto sisältää tarkkaa korkeustietoa maanpinnasta. Turveaineistot puolestaan tarjoavat yksityiskohtaista tietoa suon pinnan alaisista kerrostumista, minkä vuoksi ne mahdollistavat turvekerrostumien alapuolisen topografian mallintamisen. Ilman aineistojen soveltavaa yhteiskäyttöä tutkimukseen valittujen altainen rekonstruointi ei olisi ollut mahdollista. Aineistojen sijainti- ja korkeustarkkuuksissa on kuitenkin suurta eroa, mikä paikoitellen hankaloitti aineistojen yhteensovittamista. Etenkin turveaineistojen kattavuus ja tutkimuspisteverkon tiheys vaihteli suokohtaisesti, mikä vaikutti mallinnusprosessiin ja rekonstruktioiden luotettavuuteen. Altainen oli silti mahdollista havaita ja tarkastella tarkkuudeltaan karkeastakin aineistosta.

Tuloksissa hahmottuu siis tarkan paikkatiedon ja mallinnus- ja visualisointimenetelmien merkitys muinaisten vesistövaiheiden tutkimuksessa. On kuitenkin selvää, että minkä tahansa altaan vesistö- tai soistumishistorian kokoamiseen tarvitaan tarkentavia luonnontieteellisiä maasto- ja laboratoriotutkimuksia. Työssäni havaitsin, että on tapauksesta riippuen hyvin vaikeaa todeta, ehtikö tutkimusalueen allas kuroutuakseen itsenäiseksi altaaksi ennen soistumista. Toisaalta esimerkiksi LiDAR-korkeusmallit mahdollistivat altainen kynnyksen paikantamisen sekä kuroutumisen ajoittamisen. Turvetutkimusaineistosta oli puolestaan mahdollista erottaa liejun kerrostumisalueita ja paksuuksia. Periaatteessa erilaisia aineistoista löytyviä merkkejä tulkitsemalla saattaisi olla mahdollista arvioida jopa umpeenkasvun tapaa ja siihen kulunutta aikaa. Tutkimusaineiston perusteella esimerkiksi Suurisuon, Lylysuon ja Degermossenin tutkimusalueilla muinaisaltaan kynnyksen kulumisen lienee aiheuttanut voimakasta tyhjentyä, ja paikalle muotoutuneet suot ovat voineet olla seurausta vedenpinnan voimakkaan laskun aiheuttamasta umpeenkasvusta tai jopa myöhemmästä metsämaan soistumisesta. Hirsinevan–Sikaniityn ja Järvensuon–Takasuon alueilla altainen katoaminen on luultavammin umpeenkasvun ansiota. Joka tapauksessa ilman tarkempia tutkimuksia tulkinat jäävät pitkälti spekulatioiksi. Lisäksi niitä monimutkaista-

vat monet tekijät, muiden muassa ympäristön- ja ilmastomuutokset sekä ihmistoiminnan vaikutukset maastossa. Lisäksi esimerkiksi varhain kuroutuneiden ja maankohoamisen maksimin suuntaisilla altailla on erittäin tarpeellista huomioida myös maan kallistuminen ja mahdollinen uoman vaihtuminen.

GTK:n turvetutkimusaineistot ovat erittäin kattavia ja tarkkoja, vaikkakaan kaikkea saatavilla olevaa turvetietoa ei ole tässä työssä edes käsitelty. Aihepiirin laajuuden vuoksi tutkimukseni ulkopuolelle jäivät esimerkiksi maatutkaan ja lentogeofysiikkaan perustuvat turvesyvyystiedot sekä soilta otettujen laboratorionäytteiden sisältämät mahdollisuudet, mutta kuten GTK:n tutkimukset (Torppa et al. 2011) muutenkin osoittavat, parantaa kaikkien saatavilla olevien aineistojen yhteiskäyttö mallien tarkkuutta. Työssäni tutkimuspisteaineiston käsittelyä hankaloitti jonkin verran se, ettei aineisto ollut saatavilla suoraan paikkatietomuodossa. Turveprofiilitietoja oli mahdollista tarkastella ainoastaan turvetietojärjestelmästä tulostettuina profiilikuvina. Etenkin liejukerrostumien tarkastelua ja vertailua vaikeutti se, että eri liejutyypit, osittain myös savi, oli luokiteltu pistelistassa samaan kategoriaan. Periaatteessa kaikki tarpeellinen tieto oli silti käytettävissä, ainoastaan aineiston tulkitseminen oli työlästä. Turveaineistojen yleistymisen arkeologisessa tutkimuskäytössä riippuu aineistojen saavutettavuudesta sekä tutkimustahojen ja tieteenalojen välisestä yhteistyöstä. Turvepaikkatiedon saatavuutta tutkimuskäyttöön tulisikin tästä syystä helpottaa. Arkeologian kannalta ihanteellisessa tilanteessa yksittäisistä turvepisteisteistä olisi mahdollista tilata tarvittavat ominaisuus- ja laboratorionäytetiedot, esimerkiksi karttanäkymästä valitsemalla tai tietokantakyselyjen avulla. Viime vuosina GTK on pyrkinytkin edistämään turvetiedon käyttöä julkaisemalla turvetutkimusten indeksikartan sekä tutkimuspisteiden sijainti- ja tyyppitiedot *Turvevarojen tilinpito* -paikkatietopalvelussa (Geologian tutkimuskeskus 2014b). Tällä hetkellä suurin haaste turveaineistojen käytölle arkeologisessa tutkimuksessa lienevät kustannukset.

Koska pienten altainen havaitseminen on helpottumassa etenkin laserkeilausaineistojen yleistymisen ansiosta, voidaan rannansiirtymistiedon käyttöä kenttätöiden suunnittelussa ja ajoituksissa tarkastella entistä kriittisemmin. Esimerkiksi Kirkkonummen Degermossenin tai Pyhtään Järvensuon läheisyydessä olevista asuinpaikoista ei

voida täydellä varmuudella sanoa, ovatko ne sijainneet rannikolla vaiko pienehkön järven rannalla. Ongelma on suomalaiselle arkeologialle jo ennestään tuttu (ks. mm. Saukkonen 2000:120 viitteineen), mutta joka tapauksessa se tukee Sirviön ja Kajanderin (2003) näkemystä, jonka mukaan muinaisjärvien olemassaolo tulisi ottaa arkeologisissa tutkimuksissa tarkemmin huomioon. Ei ole mahdoton ajatus, että jotkin Suomen rannansiirtymisen avulla ajoitetuista kohteista tulkittaisiin vielä järviasuinpaikoiksi. Rekonstruktioiden laatiminen muinaisjärvistä voivat siis tulevaisuudessa monipuolistaa – tai monimutkaistaa arkeologisesta aineistosta tehtyjä tulkintoja.

Rekonstruktioiden avulla myös irtolöydöille voidaan esittää tulkintamahdollisuuksia, joita ei aiemmin ole kyetty ottamaan huomioon. Epätarkkakin rekonstruktio täydentää tietoa muinaisesta elinympäristöstä ja parantaa ennustavia malleja. Tieto muinaisista järvistä voi siis hyödyttää tulevaisuuden inventointien alueellista kohdentamista. Maastotutkimuksiin siirtymistä tulee tietysti edeltää ymmärrys rekonstruktion epävarmuustekijöistä. Huomio tulisi kiinnittää koko vesistöalueeseen, rantavyöhykkeiden ja lasku-uomien lisäksi myös järveen virranneisiin jokiin ja puroihin, sillä esimerkiksi neoliittisen ja sitä seuranneiden aikojen ihmistoiminnan on havaittu myötälleen niiden varsia (Larsson 1986:225–226; Johanson 2005). Vaikka irtolöytöjen käyttöön tutkimusaineistona liittyy useita haasteita (Saukkonen 2000:121), eikä löytöjen ja rekonstruoitujen alaiden yhteyttä voitaisikaan osoittaa varmaksi, voivat rekonstruktiot muuttaa suhtautumista vähäpätöiseltä vaikuttavien uomien varsilta tai soilta saatuihin löytöihin. Tiedetäänhän muinaismaisemaan kiinnittyneiden oivallusten johtaneen arkeologisiin hankkeisiin ja muinaisjäännöskannan nopeaan kasvuun ennestään jopa ”luoksepääsemättömiksi joutomaiksi” katsotuilla alueilla (ks. Åkerlund et al. 2003). Suomessa tutkimushistoriallisena esimerkkinä mainittakoon alkuaan lähinnä irtolöydöistä tunnettu Riihimäen Silmäkenevan muinaisjärvi, joka nousi poikkeuksellisen tarkoin tutkituksi ja suoarkeologisesti rikkaaksi kohteeksi ympäristöarkeologisten ajattelu- ja tutkimustapojen kehittymisen ansiosta (Ruohonen 2007).

Tutkimuksessani tarkastelin rekonstruktioiden hyötyjä arkeologiselle kenttätutkimukselle lähinnä teoreettisessa mielessä. Kenttätöissä vesistörekonstruktiolle ja aineistosta tuotetuille analyysikartoille on kuviteltavissa useita sovelluskohteita; ne hyödyttäisivät tutkimuksen suunnittelua soilla ja kosteikoilla sekä kuivalla maalla. Analyysikarttojen avulla voitaisiin arvioida maastoon parhaiten soveltuvia kenttätömenetelmiä ja laitteistojen tarvetta. Tarkasteluun voidaan ottaa muinaisaltaan rantavyöhykkeet, mutta myös alueet, joilla on voinut sijaita vedenpäällisiä tai -alaisia rakennelmia, kuten laitureita tai kalastuspyydyksiä. Pohjamaalajeja ja turpeen paksuutta kuvaavista analyysikartoista olisi luultavimmin hyötyä ainakin arkeologisissa inventoinneissa, mutta myös prospektointi- ja kaivaustutkimuksissa. Turveaineistosta on mahdollista tuottaa myös mättäisyyttä, liekoisuutta ja maatuneisuutta havainnollistavia esityksiä samalla tavoin kuin pohjamaalajeistakin; tiedoille saattaisi olla käyttöä suunniteltaessa geofysikaalisia tutkimuksia. Esimerkiksi liekoisuuskartat havainnollistaisivat luontaisten puun jäännösten yleisyyttä ja ennalta odotettavuutta suon eri osissa, mikä voisi auttaa puisten rakenteiden etsinnässä. Turvesyvyyskartat auttavat arvioimaan myös kuivatustoimien vaikutuksia mahdollisten muinaisjäännösten orgaanisen aineksen säilyneisyyteen. Esimerkiksi paikoilla, joilla ojan pohjan ei havaita ulottuneen muinaisen altaan vedenpinnan tasoon, voidaan vedenläheisten muinaisjäännösten säilymisastetta pitää varsin hyvänä.

Kenttätöiden kohdentamista ja valmistelua avustavista työkaluista huolimatta suot tulevat joka tapauksessa pysymään arkeologeille kuivaa maata haastavampina ympäristöinä. Epäilemättä tehokkain turvemaille kohdistuvan tarkkuusinventoinnin muoto on pintahavainnointi alueilla, joilla maanpinta rikkoutunut. Suo-ojien pintapuolinen tarkastelu rekonstruktion osoittaman rantaviivan tuntumassa saattaisi olla erityisen toimiva menetelmä. Tällaista tutkimusta varten kohdat, joissa muinaisen vedenpinnan taso ja nykyinen maanpinta leikkaavat toisiaan, voidaankin visualisoida suoraan MML:n korkeusmallista. Suomessa suo-ojien tarkkuusinventoinnista on hyviä kokemuksia esimerkiksi Keuruun Suojoelta (Taavitsainen et al. 2007:25–32) sekä Hämeen eteläosiin kohdistuneesta *Esihistorian pauloissa* -tutkimusprojektista. Jälkimmäiseen kuuluneissa tutkimuksissa, muiden muassa Hyvinkään Petkelsuolle ja Kur-

kisuoille kohdistuneissa inventoinneissa muinaisjäännöksiä pyrittiin paikantamaan suoympäristössä esimerkiksi etsimällä järvivaiheeseen viittaavia liejukerrostumia; tällä tavoin löydettiin turpeen tai liejun seasta paikalleen jääneitä tai rantaveteen huuhtoutuneita kivikautisia löytöjä (Seitsonen 7.10.2014, henkilökohtainen tiedonanto; Matiskainen & Ruohonen 2004:80). Ojien tarkastelu on kuitenkin toteutettavissa lähinnä hiljattain kaivetuilla tai kunnostetuilla ojilla, jotka eivät ole vielä ehtineet peittyä liiasta kasvillisuudesta. Niinpä pintatarkastelun ohella voi kysymykseen tulla myös koekuoppien kaivaminen suolle. Turvetuotantoalueille soveltuva tutkimusmenetelmä olisi myös järjestelmällinen pintapoiminta, josta on erittäin hyviä kokemuksia Ruotsista Rönneholmin suolta. Rönneholmin turvetuotantoalueelta on löydetty useita mesoliittisia suokohteita (ks. Larsson & Sjöström 2010); tutkimuksissa on myös hyödynnetty alueella toimivan turvetuotantoyhtiön turveprofiilipiirustuksia (Sjöström 6.10.2014, henkilökohtainen tiedonanto).

Rekonstruktioiden ja analyysikuvien käyttöön maastotutkimuksissa liittyy epäilemättä monia haasteita; tutkimusalueen ympäristö voi olla todellisuudessa täysin toisenlainen, kuin miltä se tietokoneen näytöllä vaikuttaa. Kuvien välittämään tietoon tulee aina suhtautua kriittisesti. Tässä työssä esittämäni rekonstruointimenetelmä on kokeellinen, ja sille tulisi jatkossa kehittää täydentäviä tai vaihtoehtoisia sovellusratkaisuja. Rekonstruktio- ja analyysikuvien toimivuudesta tulisi tehdä selvitystyötä vaihtelevilla kohteilla ja monissa kenttäolosuhteissa. On myös luultavaa, että menetelmää tulisi kehittää tyyppiltään ja luonnontilaltaan erilaisille soille.

Arkeologian sovelluskohteiden lisäksi laserkeilaus- ja turveaineistoista sekä rekonstruointimenetelmästäni voi olla hyötyä luonnontieteelliselle tutkimukselle, sillä niiden avulla on mahdollista löytää sopivia näytteenottopaikkoja esimerkiksi siitepöly- tai rannansiirtymistutkimuksia varten. Aineiston pohjalta muinaisista altaista olisi mahdollista laatia myös syvyys- ja tilavuuslaskelmia.

7 Yhteenveto

MML:n laserkeilausaineistot ja GTK:n turvetietokanta sisältävät sijainti- ja korkeus-tietoa, jotka yhdistämällä voidaan mallintaa kolmiulotteisesti soistumista edeltänyt maanpinta. Sen pohjalta voidaan puolestaan tuottaa muinaisaltaan vesistörekonstruk-tio. Turveaineistot sisältävät runsaasti myös muunlaista tietoa turpeesta ja muista ker-rostumista, jota voidaan käyttää ympäristö- ja vesistöhistorian selvittämisessä. Laser-keilaus- ja turveaineistot soveltuvat altainen rekonstruoimiseen niin ojitetuilla kuin luonnontilaisillakin alueilla, joskin modernin maankäytön jäljet heikentävät rekonst-ruktioiden tarkkuutta.

Kolmiulotteinen mallintaminen käsittää useita työvaiheita, jossa lähtöaineistona on käytettävä vektori- ja rasterimuotoista paikkatietoa. Aineistojen yhteensovittaminen sovelletuksi korkeusmalliksi on mahdollista toteuttaa käyttämällä laserkeilaukseen perustuvaa korkeusmallia sekä turvepisteaineistoa, joka on mallin interpolointia var-ten muokattava rasterimuotoiseksi. Muinaiset vedenpinnan tasot voidaan esittää näin laaditusta esityksestä helposti. Rasterimuodossa aineistolle on mahdollista laatia eri käyttötärpeisiin soveltuvia analyyseja ja visualisointeja.

Rekonstruktruoitujen altainen umpeenkasvun ajankohtaa tai nopeutta ei voida ajoit-taa tutkimuksessa käytettyjen aineistojen avulla, joskin erilaisia karkeita viitteitä (ku-ten vesipähkinän jäännöksiä) voidaan toki hyödyntää tulkinnassa. Kuroutumisen ajoittaminen on sen sijaan mahdollista, riippuen toki siitä, kuinka selkeästi muinai-nen kynnys on havaittavissa. Rekonstruktioiden sijainti- ja korkeustarkkuus riippuu varsinkin turvepisteiden tiheydestä ja levinneisyydestä suolla sekä tutkimusalueen to-pografiasta ja modernin maankäytön jäljistä.

Rekonstruktiot täydentävät paikallisten vesistöjen ja soiden historiaa, mikä parhaim-millaan auttaa asettamaan arkeologisia löytöjä ja kiinteitä muinaisjäännöksiä uusiin konteksteihin. Lisäksi rekonstruktiot ja turveaineistojen pohjalta laaditut analyysikar-tat auttavat ennustavien mallien laatimisessa, joten ne tuovat selkeää hyötyä kenttä-töiden suunnitteluun, kuten maastoon parhaiten soveltuvien menetelmien valintaan.

Potentiaalisia muinaisjäännösalueita voidaan osoittaa etenkin soistuneesta maastosta huomattavasti aiempaa tarkemmin ja kattavammin. Tässä työssä esitetty mallinnusmenetelmä on kuitenkin nähtävä ainakin osittain kokeellisena, ja sitä tulisi kehittää esimerkiksi maastotyössä saatujen kokemusten pohjalta.

Hirsinevan–Sikaniityn, Suurisuon, Lylysuon, Järvensuon–Takasuon ja Degermosse-
nin esimerkkitapaukset osoittavat, että teoreettisista ja teknisistä haasteista huolimatta umpeenkasvaneiden järvien rekonstruointi on olemassa olevien paikkatietoaineis-
tojen avulla täysin mahdollista. Toivon tutkimukseni auttavan arkeologeja lähesty-
mään soita entistä rohkeammin.

Haluan esittää kiitokset

työni ohjaajalle Satu Koivistolle vankkumattomasta tuesta, neuvoista ja kannustuksesta;

*Geologian tutkimuskeskuksen geologeille Markku Moisaselle, Markku Mäkilälle ja
Timo Suomelle kaikkienensa korvaamattoman arvokkaasta avusta;*

*Professori Mika Lavennolle, Teija Aleniukselle, Oula Seitsoselle, Arne Sjöströmille sekä
kaikille arkeologian ja muiden alojen ammattilaisille, jotka tiedoillanne ja taidoillanne
ystävällisesti autoitte ja innostitte työn teossa;*

Ystävilleni ja läheisilleni,

*sekä aivan erityisesti avopuolisolleni Minna Röngälle ymmärryksestä ja yhteisistä hetkistä
tällä ”suotaipaleellani”.*

Lähdeluettelo

Henkilökohtaiset tiedonannot

Seitsonen, Oula 7.10.2014. Sähköpostiviesti.

Sjöström, Arne 6.10.2014. Sähköpostiviesti.

Sähköiset tietokanta- ja rekisteriaineistot

Muinaisrantatietokanta 2014. Geologian tutkimuskeskus.

Muinaisjäännösrekisteri 2014. Museovirasto.

Internet-lähteet

Hallgren, F. 2011. Kanaljorden – introduction. <<http://northerntrb.net/Kanaljorden-introduction.html>> (luettu 11.10.2014)

Geologian tutkimuskeskus 2014a. Tutkitut turvealueet. <http://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/tutkitut_turvealueet.html> (luettu 8.10.2014)

Geologian tutkimuskeskus 2014b. Turvevarojen tilinpitopalvelu. <http://gtkdata.gtk.fi/Turvevarojen_tilinpito/> (luettu 23.8.2014)

JHS 163. Suomen korkeusjärjestelmä N2000. <<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS163/JHS163.html>> (luettu 23.8.2014)

Maanmittauslaitos 2014a. Korkeusmalli 2 m. <<http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/korkeusmalli-2-m>> (luettu 30.7.2014)

Maanmittauslaitos 2014b. Pitkän aikavälin laserkeilaussuunnitelma kattaa vuodet 2014-2019. <<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/laserkeilausaineistot/laserkeilausindeksit/laserkeilaussuunnitelma-2014-2019/>> (luettu 30.7.2014)

Mikroliitti Oy 2005. Riihimäen Silmäkenevan saaren ja Sinivuokkoniemen arkeologiset kaivaukset 1998. <<http://www.mikroliitti.fi/riihimak/resitt.htm>> (luettu 30.7.2014)

Museovirasto 2012. Myös soiden käyttöä ja kulttuuriperintöä tulee tarkastella maankäytön suunnittelussa. <<http://www.nba.fi/fi/ajankohtaista/tiedotearkisto?Article=5725>> (luettu 7.10.2014)

Ympäristöhallinto 2014a. Suoluontotyypit. <<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyypiryhmat/Suot/>> (luettu 30.7.2014)

Ympäristöhallinto 2014b. Hirsineva. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Hirsineva%2817370%29> (luettu 30.7.2014)

Painamattomat lähteet

Kouki, P., Lahelma, A. & Latvakoski, N. 2010. Kirkkonummen inventointi. Helsingin yliopiston arkeologian oppiaineen inventointikurssi 5.–8.5.2009. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.

Kylli, J. 2000. Maatalouden alku Espoon ympäristössä; asutusmalli toimeentulostrategian kuvastajana. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Humanistinen tiedekunta, Arkeologian oppiaine.

Latvakoski, N. 2011. Haapajärven inventointi 2010–2011. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.

- Matiskainen, H. & Jussila, T. 1999. Riihimäki Arolampi Sinivuokkonieni. Arkeologiset tutkimukset 1999. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.
- Matiskainen, H., Zhilin, M. G. & Bilund, A. 2000. Riihimäen Silmäkenevan alueen arkeologiset tutkimukset 2000. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.
- Seppälä, S.-L. 2007. Pyhtää, esihistoriallisten muinaisjäännösten inventointi. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.
- Skantsi, L. 2001. Kivikauden asuinpainannekylien toimeentulo- ja asutusmallit: kaksi tapaustutkimusta Keski-Pohjanmaalta. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Humanistinen tiedekunta, Arkeologian oppiaine.
- Suomi, T. 2013. Iitin Suurisuon, Pyhtään Järvensuo ja Takasuon, Kirkkonummen Degermossenin, Kouvolan Lylysuon sekä Haapajärven Hirsinevan ja Sikaniityn liejuesiintymät. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. Julkaisematon selvitys.
- Vuoristo, K. 2008. Iitin historiallisen ajan muinaisjäännösten inventointi. Painamaton raportti Museoviraston arkeologisessa keskusarkistossa.
- Åberg, S. 2013. Litorinameren ylin ranta Suomessa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, Geotieteiden ja maantieteen laitos.

Painetut lähteet

- Aalto, M., Siiriäinen, A. & Vuorela, I. 1985. Humppila Järvensuo – A preinvestigation for an archaeological and palaeobotanical project in SW Finland. *Iskos* 5. (165–177)
- Alasaarela E. & Rantala L. 1990. Mataluus ja vedenkorkeuden muutokset. Teoksessa V. Ilmavirta (toim.): *Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Yliopistopaino. Helsinki. (152–158)
- Anttila, V. 1967. *Järvenlaskuyhtiöt Suomessa: kansatieteellinen tutkimus*. Kansatieteellinen arkisto 19. Helsinki.
- Bērziņš, V. 2008. *Sārnate: living by a coastal lake during the East Baltic Neolithic*. Acta Universitatis Ouluensis. Series B, Humaniora. Oulun Yliopisto. Oulu.
- Brönmark, C. & Hansson, L.-A. 1998. *The biology of lakes and ponds. Biology of habitats*. Oxford University Press. Oxford.
- Burg, M. B. 2013. Reconstructing "Total" Paleo-Landscapes for Archaeological Investigation: An Example from the Central Netherlands. *Journal of Archaeological Science* 40:5. (2308–2320)
- Burrough, P. A. & McDonnel, R. A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems. Spatial information systems and geostatistics*. 2. painos. Oxford University Press. Oxford.
- Clarke, D. L. 1976. Mesolithic Europe: the economic basis. Teoksessa G. de G. Sieveking, I. H. Longworth & K. E. Wilson (toim.): *Problems in Economic and Social Archaeology*. Duckworth. London. (449–481)
- Cole, G. A. 1975. *Textbook of limnology*. Mosby. Saint Louis.
- Coles, J. 1987. Preservation of the Past: The Case for Wet Archaeology. Teoksessa J. Coles & A. J. Lawson (toim.): *European Wetlands in Prehistory*. Clarendon. Oxford. (1–21)
- Cunliffe, B. 2001. Iron Age Societies in Western Europe and Beyond, 800–140 BC. Teoksessa B. Cunliffe (toim.): *The Oxford illustrated history of prehistoric Eu-*

- rope. Oxford University Press. Oxford. (336–372)
- Dearing, J. A. & Foster, I. D. L. 1986. Lake sediments and palaeohydrological studies. Teoksessa B. E. Berglund (toim.): *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley. Chichester. (67–90)
- Digerfeldt, G. 1986. Studies on past lake-level fluctuations. Teoksessa B. E. Berglund (toim.): *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley. Chichester. (127–143)
- Drake, N. & Bristow, C. 2006. Shorelines in the Sahara: geomorphological evidence for an enhanced monsoon from palaeolake Megachad. *The Holocene* 16:6. (901–911)
- Ellis, L. R., Mahler, W. D. & Richardson, T. 2012. LiDAR Based Delineation of Depressional Wetlands. *Trends in Soil Science and Plant Nutrition* 3:1. (8–12)
- Flyktman, M. 2005. *Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä*. VTT Prosessit. Tutkimusselostus PRO2/2085/05. Teknologian tutkimuskeskus VTT. Espoo.
- Foster, D. R. & Fritz, S. C. 1987. Mire development, pool formation and landscape processes on patterned fens in Dalarna, Central Sweden. *Journal of Ecology* 75. (409–437)
- Fyfe, R., Caseldine, C. & Gillings, M. 2010. Pushing the boundaries of data? Issues in the construction of rich visual past landscapes. *Quaternary International* 220. (153–159)
- Gramsch, B. & Kloss, K. 1990. Excavations near Friesack: an Early Mesolithic Marshland Site in the Northern Plain of Central Europe. Teoksessa C. Bonsall (toim.): *The Mesolithic in Europe - Papers presented at the third international symposium*. (313–324)
- Haavisto-Hyvärinen, M. & Kutvonen, H. 2007. *Maaperäkartan käyttöopas*. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Hellsten, S. & Nybom, C. 1990. Kasvillisuuden muutokset. Teoksessa V. Ilmavirta (toim.): *Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Yliopistopaino. Helsinki. (159–166)
- Hjerdt, K. N., McDonnell, J. J., Seibert, J. & Rodhe, A. 2004. A new topographic index to quantify downslope controls on local drainage. *Water Resources Research* 40. W05602. (6 s.)
- Hyypä, E. 1937. Post-Glacial Chances of Shore-Line in South Finland. *Bulletin de la Commission géologique de Finlande* 120. (7–225)
- Hänninen, P. & Lappalainen, E. 1987. *Maatutkan ja suosondin soveltuvuus turvevarojen määrän ja laadun selvittämiseen*. Turveraportti 202. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio.
- Hänninen, P. 1988. *ATK:n hyväksikäyttö turveinventoinnin ja -tutkimuksen apuna*. Turveraportti 220. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Johanson, K. 2005. Putting Stray Finds in Context – What Can We Read from the Distribution of Stone Axes. *Interarchaeologica* 1. (167–180)
- Jussila, T. 2004. Pienvesistöjen rannansiirtymisen simulointi. *Arkeologipäivät* 2003. (97–104)
- Kirkinen, T. 2000. Paikkatietojärjestelmien (GIS) käyttö inventoinnin apuvälineenä. Teoksessa P. Maaranen & T. Kirkinen (toim.): *Arkeologinen inventointi: opas inventoinnin suunnitteluun ja toteuttamiseen*. Museovirasto. Helsinki. (69–76)

- Koivisto, S. 2010. Suoarkeologian haasteet ja mahdollisuudet. *Arkeologipäivät* 2009. (5–15)
- Koivisto, S. 2011. Prehistoric Wetland Archaeology in Finland: Sites and Settlement in a Changing Environment. Teoksessa E. Pranckénaitė (toim.): *Wetland Settlements of the Baltic: A Prehistoric Perspective. Center of underwater archaeology*. Vilna. (31–53)
- Korhola, A. 1990a. Suomen soiden synty ja kehitys. *Terra* 102. (256–267)
- Korhola, A. 1990b. Paleolimnology and hydroseral development of the Kotasuo bog, Southern Finland, with special reference to the Cladocera. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III* 155. (5–39)
- Korhola, A. 1992. Mire induction, ecosystem dynamics and lateral extension on raised bogs in the southern coastal area of Finland. *Fennia* 170:2. (25–94)
- Korhola, A. 1995. Lake terrestrialization as a mode of mire formation – a regional review. Teoksessa (toim.): *Finnish-Karelian symposium on mire conservation and classification* 11–21. Vesi- ja ympäristöhallinnon Julkaisuja A 207. (11–21)
- Korpijaakko, M. & Koivisto, M. 1986. *Haapajärvellä tutkitut suot ja niiden turvevarat*. Turveraportti 185. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio.
- Kuusisto, E. & Hyvärinen, V. 2000. Hydrology of Lakes. Teoksessa P. Heinonen, G. Ziglio, A. Van der Beken (toim.): *Hydrological and limnological aspects of lake monitoring*. John Wiley & Sons. Chichester. (3–28)
- Kylli, J. 2001. Maa kohoaa, mutta miten. *Muinaistutkija* 4/2001. (22–31)
- Laatikainen, M. 2011. 1 Turvekartoituksen kenttätutkimusmenetelmän kehittäminen. Teoksessa M. Laatikainen, J. Leino, J. Lerssi, J. Torppa & J. Turunen (toim.): *Turvetutkimusten menetelmäkehitystarkastelu*. Turvetutkimusraportti 414. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. (7–27)
- Lappalainen, E., Stén, C.–G. & Häikiö, J. 1984. *Turvetutkimusten maasto-opas*. Opas N:o 12. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Larsson, L. 1986. Archaeological survey mapping. Teoksessa B. E. Berglund (toim.): *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley. Chichester. (219–228)
- Larsson, L. & Sjöström, A. 2010. Mesolithic research in the bog Rönneholms mosse, southern Sweden. *Mesolithic Miscellany* 21:1. (2–9)
- Lerssi, J. 2011. 3 Lentogeofysiikka. Teoksessa M. Laatikainen, J. Leino, J. Lerssi, J. Torppa & J. Turunen (toim.): *Turvetutkimusten menetelmäkehitystarkastelu*. Turvetutkimusraportti 414. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. (45–59)
- Lewis, W. M. Jr. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40:10. (1779–1787)
- Lewthwaite, J. 1986. The transition to food production: a Mediterranean perspective. Teoksessa M. Zvelebil (toim.): *Hunters in transition. Mesolithic societies of temperate Eurasia and their transition to farming*. Cambridge University Press. Cambridge. (53–66)
- Luhio, V. 1953. Arkeologia – Geologia. *Geologi* 5:2. (10–12)
- Lönnqvist, K. K. A. 2009. Pyhtää Susikopinharju (1), Finland: a Site with Mesolithic Dwellings. *Proceedings of the Prehistoric Society* 75. (305–334)
- Maa- ja Metsätalousministeriö 2006. *Valtakunnallisen korkeusmallin uudistamistarpeet ja -vaihtoehdot*. Työryhmämuistio 2006:14. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki.

- Matiskainen, H. & Ruohonen, J. 2004. *Esihistorian pauloissa*. Riihimäen kaupunginmuseo. Riihimäki.
- Matiskainen, H. & Zhilin, M. 2003. A recently discovered Mesolithic wet site at Riihimäki, South Finland. Teoksessa L. Larsson et al. (toim.): *Mesolithic on the move: papers presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000*. (249–252)
- Miettinen, A., Eronen, M. & Hyvärinen, H. 1999. *Land uplift and relative sea-level changes in the Loviisa area, Southeastern Finland, during the last 8000 years*. Working Report 99-28. Posiva Oy. Helsinki.
- Milner, N. 2007. Fading Star. *British Archaeology* 96. (10–14)
- Mitas, L. & Mitsova, H. 1999. Spatial Interpolation. Teoksessa P. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, D. W. Rhind (toim.): *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, GeoInformation International*. Wiley. New York. (481–492)
- Munsterhjelm, R. 1997. The aquatic macrophyte vegetation of flads and gloes, S coast of Finland. *Acta Botanica Fennica* 157.
- Mäkiäho, J.-P. 2009. Helsinki – Itämeren tytär: Paikkatietomenetelmät rannansiirtymistutkimuksessa. *Terra* 121:1. (3–17)
- Mäkilä, M. & Grundström, A. 1984. *Elimäen turvevarat ja niiden käyttökelpoisuus*. Turveraportti 160. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Mäkilä, M. & Grundström, A. 1987 *Pyhtään turvevarat ja niiden käyttökelpoisuus*. Turveraportti 204. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Mäkilä, M. & Grundström, A. 1988. *Iitin turvevarat ja niiden käyttökelpoisuus*. Turveraportti 217. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Nenonen, K., Vanne, J. & Laaksonen, H. 2010. Laserkeilaus – uusi menetelmä geologiseen kartoitukseen ja tutkimukseen. *Geologi* 62. (62–69)
- Pesonen, P. 2009. 6.1.1 Inventointi. Teoksessa P. Halinen, V. Immonen, M. Lavento, T. Mikkola, A. Siiriäinen, P. Uino (toim.): *Johdatus Arkeologiaan*. 2. painos. Gaudeamus. Helsinki. (186–191)
- Påsse, T. 1990. Empirical estimation of isostatic uplift using the lake-tilting method at lake Fegen and lake Säven, southwestern Sweden. *Mathematical Geology* 22:7. (803–824)
- Påsse, T. 1998. Lake-tilting, a method for estimation of glacio-isostatic uplift. *Boreas* 27:1. (69–80)
- Rainio, H., Mäkilä, M., Grundström, A. & Urvas, L. 1987. *Haapa-Kimola. Maaperäkartta 1:20 000 selitys*. Karttalehti 3113 01. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Ramsay, W. 1926. Nivåförendringar och stenåldersbosättning i det Baltiska området. *Fennia* 47:4. (1–68)
- Richardson, M. C., Fortin, M.-J., & Branfireun B. A. 2009. Hydrogeomorphic edge detection and delineation of landscape functional units from lidar digital elevation models. *Water Resources Research* 45. W10441. (18 s.)
- Ristaniemi, O. 1987. *Itämeren korkein ranta ja ancylusraja sekä Muinais-Päijänne Keski-Suomessa*. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C osa 59. Scripta lingua Fennica edita. Turku.
- Rodhe, W. 1969. Crystallization of Eutrophication Concepts in Northern Europe. Teoksessa: *Eutrophication: causes, consequences, correctives; proceedings of a symposium*. Washington (DC). (50–64)

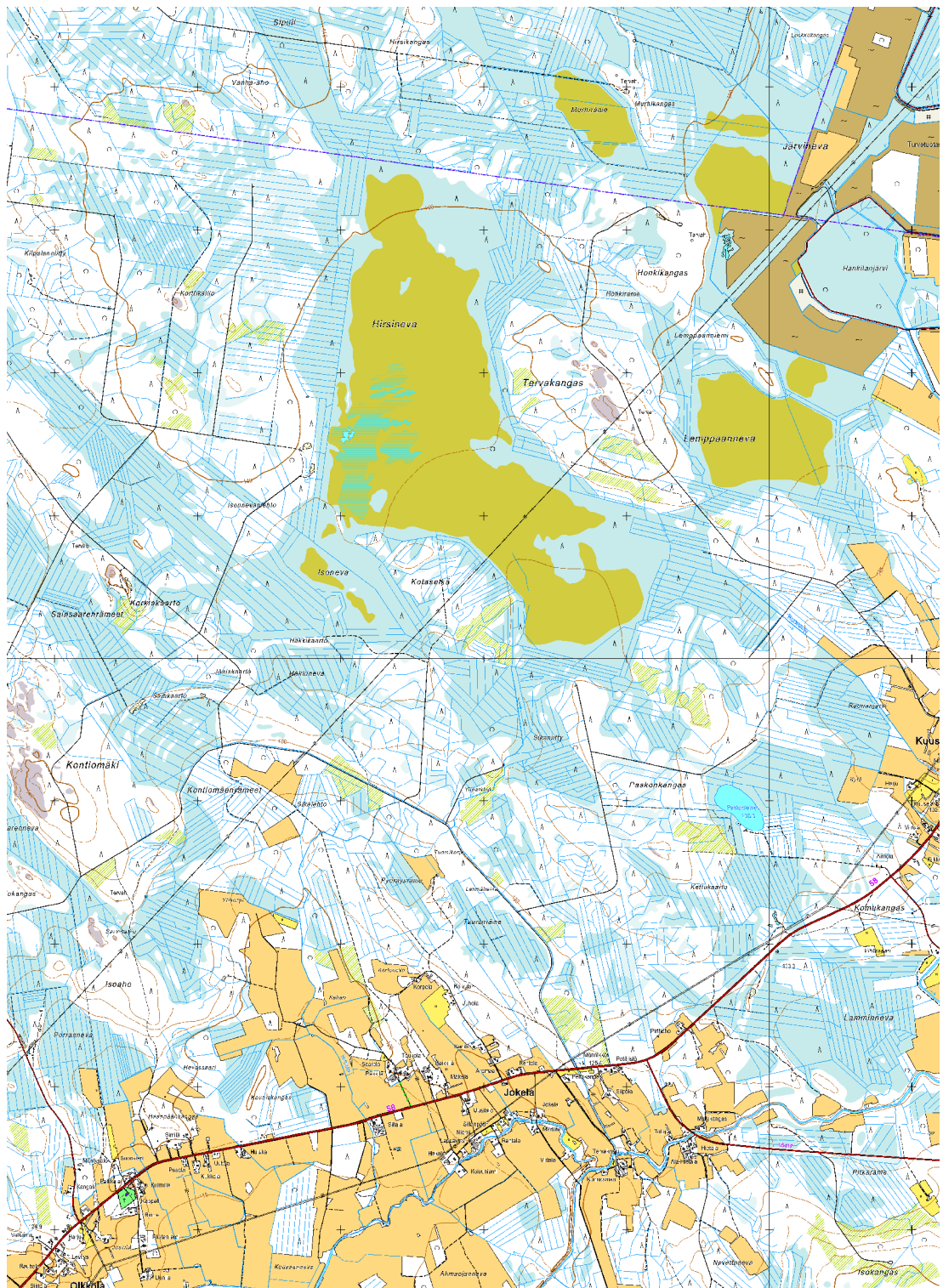
- Ruohonen, J. 2007. Silmäkenevan muinaisjärven 12 vuosituhatta. *Hiisi* I/2007. (14–19)
- Saarelainen, J. & Vanne, J. 1997. Sotkamon jäärvi. *Terra* 109:1. (25–36)
- Salonen, V.–P., Eronen, M. & Saarnisto, M. 2002. *Käytännön maaperägeologia*. Kirja-Aurora. Turku.
- Saukkonen, J. 2000. Meren rannalla sijainneiden pyyntikulttuurin asuinpaikkojen inventointi. Teoksessa P. Maaranen & T. Kirkinen (toim.): *Arkeologinen inventointi. Opas inventoinnin suunnitteluun ja toteuttamiseen*. Museovirasto. Helsinki. (113–132)
- Seitsonen, O. 2010. Kytäjän muinaislöydöt. Teoksessa M. Pajamo (toim.): *Mennytä aikaa muistellen, Kytäjä ennen ja nyt*. Hyvinkää.
- Seppä, H., Tikkanen, M. & SHEMEIKKA, P. 2000. Late-Holocene shore displacement of the Finnish south coast: diatom, litho- and chemostratigraphic evidence from three isolation basins. *Boreas* 29:3. (219–231)
- Sherratt, A. 2001. The Transformation of Early Agrarian Europe: The Later Neolithic and Copper Ages, 4500–2500 BC. Teoksessa B. Cunliffe (toim.): *The Oxford illustrated history of prehistoric Europe*. Oxford University Press. Oxford. (167–201)
- Siiriäinen, A. 1969. Über die Chronologie der steinzeitlichen Küstenwohnplätze Finnlands im Lichte der Uferverschiebung. *Suomen Museo* 76. (40–73)
- Siiriäinen, A. 1981. On the Cultural Ecology of the Finnish Stone Age. *Suomen Museo* 1980. (5–40)
- Siiriäinen, A. 1987. On archaeology and land uplift in Finland. Teoksessa M. Perttunen (toim.): *Fennoscandian land uplift: proceedings of a symposium at Tvärminne, April 10–11, 1986*. Special Paper 2. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. (43–45)
- Sirviö, T. & Kajander, M. 2003. Holocene development of the Pennala basin with special reference to the palaeoenvironment of Meso- and Neolithic dwelling sites, Lahti-Orimattila, Southern Finland. *Fennia* 181:1. (85–101)
- Stén, C.-G. & Moisanen, M. 1997. *Inkoon, Siuntion ja Kirkkonummen tutkitut suot sekä turpeen käyttökelpoisuus*. Turvetutkimusraportti 306. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Stén, C.-G. & Moisanen, M. 2000. *Espoon ja Kauniaisten suot*. Turvetutkimusraportti 327. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Taavitsainen, J.-P., Vilkkuna, J. & Forssell, H. 2007. *Suojoki at Keuruu: a mid 14th-century site of the wilderness culture in the light of settlement historical processes in Central Finland*. Suomalaisen Tiedeakatemian toimituksia, Humaniora. Suomalainen tiedeakatemia. Helsinki.
- Tikkanen, M. 1990. Suomen vesistöjen jääkauden jälkeinen kehitys. *Terra* 102:4. (239–255)
- Tikkanen, M. 2002. Long-Term Changes in Lake and River Systems in Finland. *Fennia* 180:1–2. (31–42)
- Tikkanen, M. & Korhola, A. 1993. Divergent successions in two adjacent rocky basins in southern Finland: a physiographic and palaeological evaluation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III* 157. (5–26)
- Tolonen, K. 1980. Pollen, algal remains and macrosubfossils from Lake Gallträsk, S. Finland. *Annales Botanici Fennici* 17:4. (394–405)
- Torppa, J. 2010. A statistical approach to determining the uncertainty of peat thickness. *Mires and Peat* 8. (1–22)

- Torppa, J., Lerssi, J. & Turunen, J. 2011. 4 Turpeen syvyysmallinnus. Teoksessa M. Laatikainen, J. Leino, J. Lerssi, J. Torppa & J. Turunen (toim.): *Turvetutkimusten menetelmäkehitystarkastelu*. Turvetutkimusraportti 414. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. (60–124)
- Turunen, J. & Meriluoto, H. 2010. *Haapajärvellä tutkitut suot ja niiden turvevarat*. Osa 3. Turvetutkimusraportti 408. Geologian tutkimuskeskus.
- Turunen, J., Pohjola, J. & Lipping, T. 2011. Dating of past coastline positions - Challenges of using the various types of data as input to modelling. Teoksessa A. T. K. Ikonen & T. Lipping (toim.): *Proceedings of a Seminar on Sea Level Displacement and Bedrock Uplift, 10–11 June 2010, Pori, Finland*. Working Report 2011-07. Posiva Oy. Eurajoki. (17–24)
- Uotila, K. 2011. Reconstruction of landscapes around relic sites. Teoksessa A. T. K. Ikonen & T. Lipping (toim.): *Proceedings of a Seminar on Sea Level Displacement and Bedrock Uplift, 10–11 June 2010, Pori, Finland*. Working Report 2011-07. Posiva Oy. Eurajoki. (51–60)
- Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta 30.8.2012.
- Vencl, S. 1986. The role of hunting-gathering populations in the transition to farming: a Central European perspective. Teoksessa M. Zvelebil (toim.): *Hunters in transition. Mesolithic societies of temperate Eurasia and their transition to farming*. Cambridge University Press. Cambridge. (43–66)
- Virtanen, K. 2000. Turpeen käyttö, soiden geologinen kartoitus ja Suomen turvevarat. *Vuoriteollisuus* 4/2000. (47–51)
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. *Suomen turvevarat 2000*. Tutkimusraportti 156. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Vuorela, A., Penttinen, T. & Lahdenperä, A.-M. 2009. *Review of Bothnian Sea Shore-Level Displacement Data and Use of a GIS Tool to Estimate Isostatic Uplift*. Working Report 2009-17. Posiva Oy. Eurajoki.
- Vuorela, I. 1981. *Pennalan kivikautisen asuinpaikan siitepölystratigrafia (The pollen stratigraphy of a Stone Age settlement site in Pennala) / Irmeli Vuorela. Vesipähkinän (Trapa natans L.) lämpökautinen esiintyminen Pennalassa (The occurrence of Trapa natans L. during the Atlantic period in Pennala) / Marjatta Aalto*. Tutkimuksia / Lahden museo- ja taidelautakunta 19.
- Wessman, A. 2009. Levänluhta – a Place of Punishment, Sacrifice or Just a Common Cemetery? *Fennoscandia archaeologica* XXVI. (81–105)
- Wetzel, R. 2001. *Limnology: lake and river ecosystems*. 3. painos. Academic Press. San Diego.
- Zvelebil, M. 1987. Wetland Settlements of Eastern Europe. Teoksessa J. M. Coles & A. J. Lawson (toim.): *European Wetlands in Prehistory*. Clarendon. Oxford. (94–116)
- Åkerlund, A., Gustafsson, P., Hammar, D., Lindgren, C., Olsson, E. & Wikell, R. 2003. Peopling a forgotten landscape. Teoksessa L. Larsson, K. Knutsson & H. Kindgren (toim.): *Mesolithic on the move: papers presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000*. Oxbow Books. Oxford. (xxxiii–xliv)

Käsitesanasto

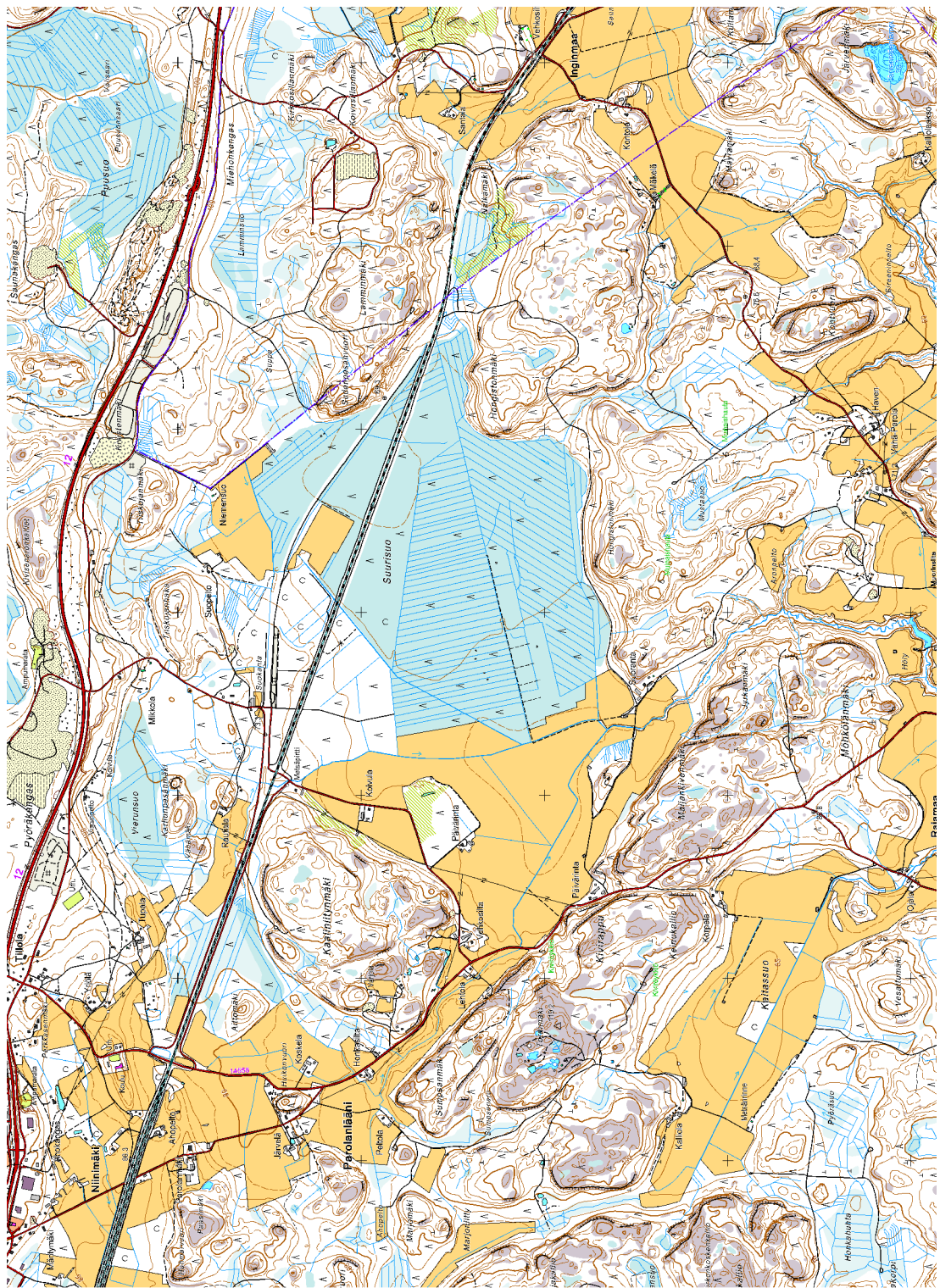
biologinen suo	Luonnontilaisena suokasvillisuuden peittämä alue, jossa turvetta voi olla alle 30 cm
detritus	Vedessä tai sedimentissä liuenneena tai partikkelimuodossa olevaa eloperäistä, mutta elotonta ainesta
digitaalinen korkeusmalli (DEM)	Digitaalinen korkeustiedosta luotu maanpintaa kuvaava malli tai 3D-esitys
dystrofinen	Humuspitoinen
eutrofinen	Runsasravinteinen
flada	Matala tai matalahko, selvästi saarien, mantereen ja ruovikon rajaama pienehkö rannikko- tai saaristovesistö, jonka korkeintaan muutama ahdas väylä yhdistää mereen
geologinen suo	Alue, jossa on tai on ollut tyypillistä suokasvillisuutta, mutta jossa turvetta on joka tapauksessa yli 30 cm
interpolointi	Uusien arvojen laskeminen tunnettujen arvojen välille. Voi geoinformatiikassa tarkoittaa esimerkiksi yhtenäisen pinnan muodostamista tai täydentämistä alueen sisälle jäävistä tai sitä ympäröivästä pisteaineistosta.
kluuvi	Maankohoamisen merestä erottama vesistö, joka voi olla ainoastaan tilapäisesti, esim. kovien tuulten ja myrskyjen aikana yhteydessä mereen. Kluuvi kehittyä joko suoraan merenlahdesta tai vähitellen flada-vaiheen kautta.
laserkeilaus, LiDAR	Optinen kaukokartoitusmenetelmä, joka mittaa kohteen etäisyyden valaisemalla sitä laserilla ja analysoimalla heijastuvaa valoa
lieju	Vaihtelevin määrin maatuneita, sekä kasvi- että eläinjäännöksiä sisältävä eli orgaanisperäinen sedimentti, jossa voi olla mukana myös hienojakoista mineraaliainesta ja joka voi olla sekä paikallista (autoktonista) että muualta tullutta (alloktonista). Voidaan eritellä koostumuksen perusteella moniin alaluokkiin.
liekoisuus	Lahoamattoman puuaineksen määrä turvekerrostumassa. GTK:n tutkimuksissa liekoisuutta mitataan painamalla kahden metrin pliktaustanko 10 kertaa tutkimuspisteen ympäristössä 2-3 m:n säteellä turvekerrostumaan. Lieko on maatumatonta puuta, johon tanko pysähtyy. Liekoisuus ilmoitetaan tutkimuspistekohtaisesti murtolukuna.
maatumisaste, maatuneisuus	Turpeessa olevien kasvien jäännösten lahonneisuuden määrä. GTK:n tutkimuksissa maatuneisuusaste ilmoitetaan von Post'n kymmenasteikolla.
mmpy	<i>lyh.</i> metriä merenpinnan yläpuolella, korkeuslukema N2000-järjestelmässä
oligotrofinen	Vähäravinteinen
rasterimuotoinen paikkatieto	Esitystapa, jossa aineisto koostuu säännöllisistä ja tasasuuruksista ruuduista eli soluista (sanotaan myös pikseleiksi)
sedimentti	Kerrostuma, voi olla orgaanista tai epäorgaanista alkuperää tai kuten usein, näitä kumpaakin samalla kertaa
turve	Suokasvien jäännöksistä epätäydellisen hajoamisen seurauksena kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa muodostunut eloperäinen maalaji, joka on kerrostunut muodostumispaikalleen
vektorimuotoinen paikkatieto	Esitystapa, jossa aineisto koostuu geometrisista pisteistä, viivoista tai alueista. Elementtien sijainnit tai kärkipisteet noudattelevat koordinaatteja (X, Y).

Liite 1



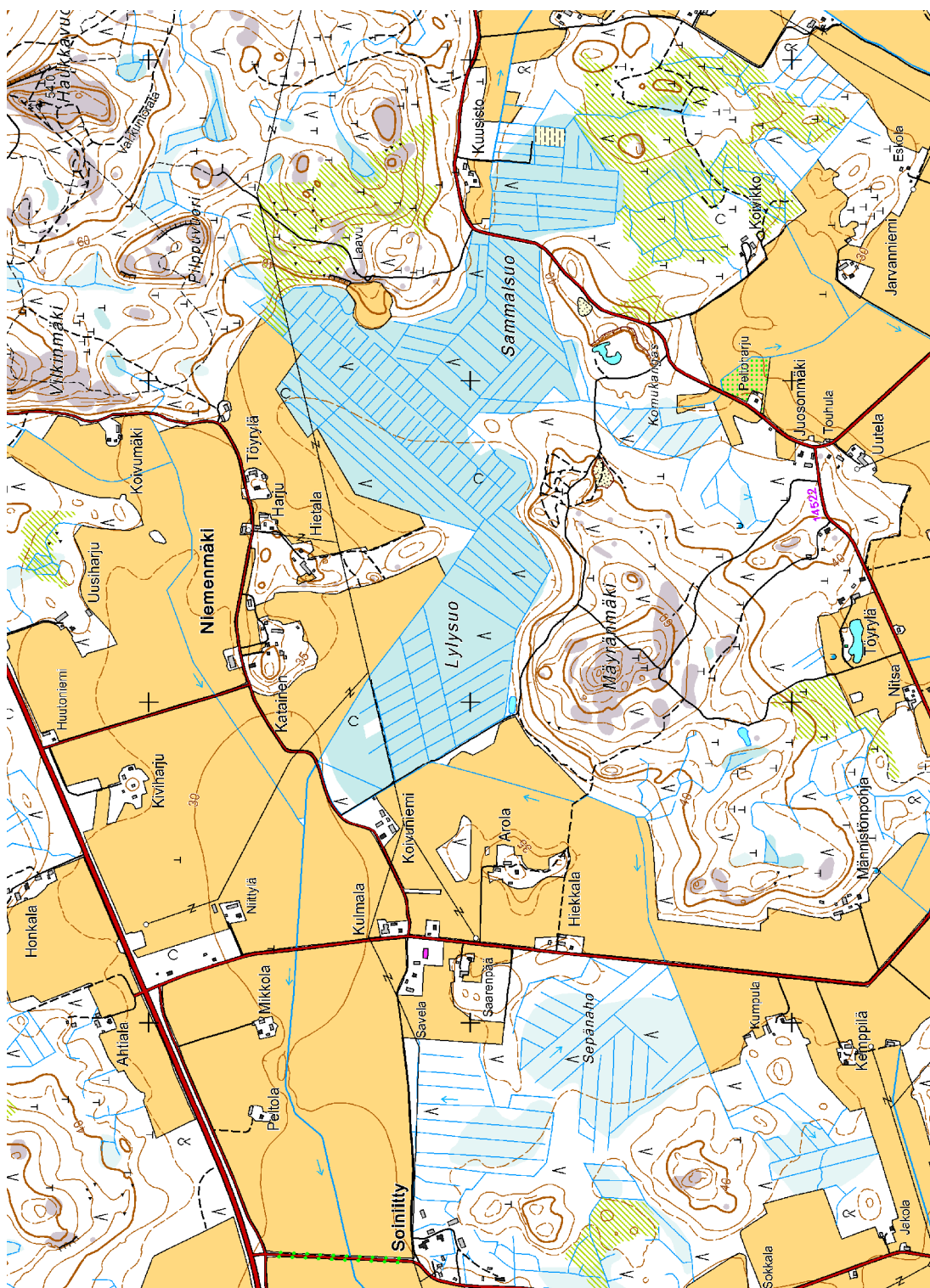
Hirsinevan-Sikaniityn tutkimusalue. Ote peruskartasta. Mittakaava 1:45 000.
© MML 2014

Liite 2



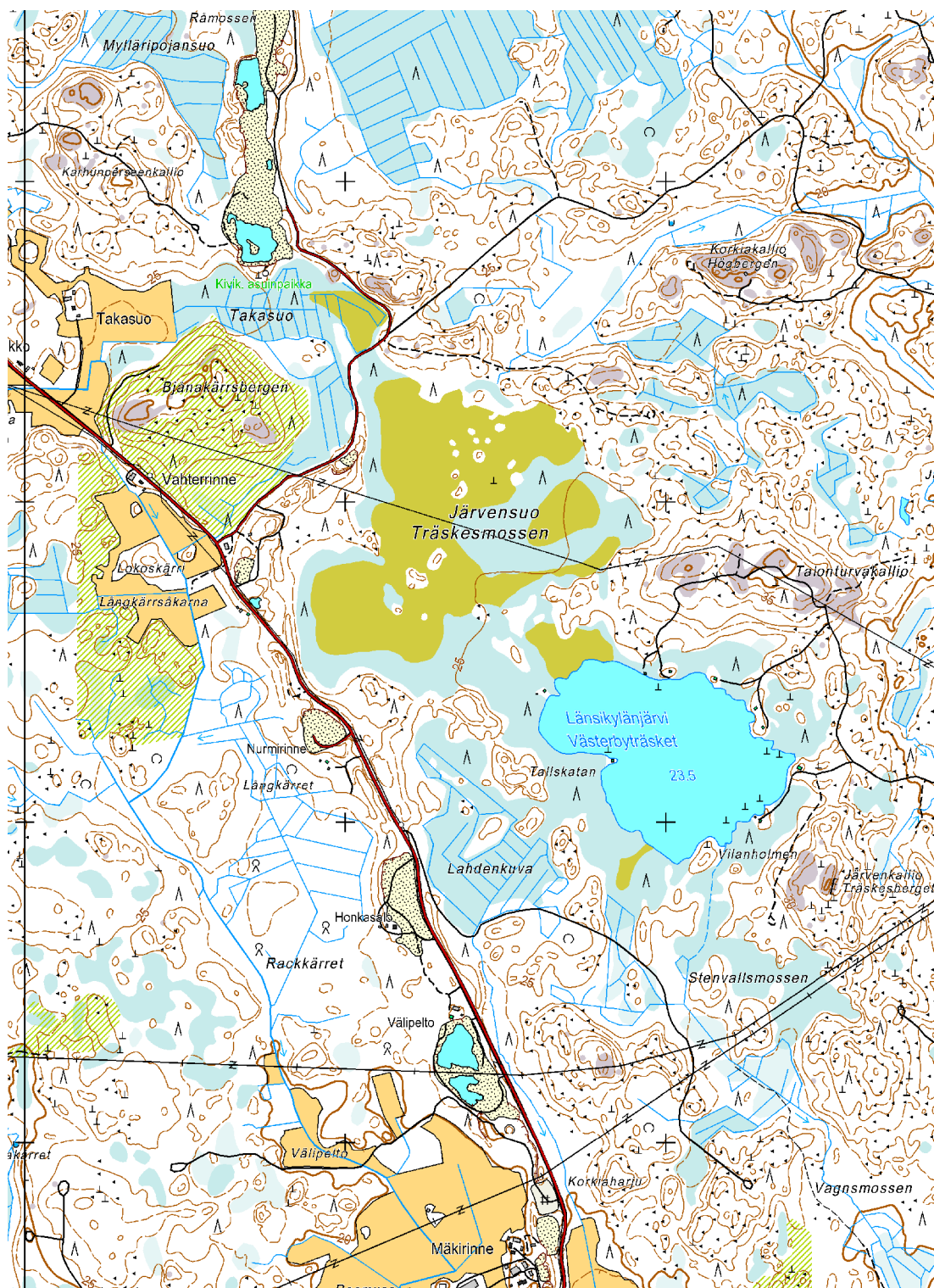
Suurisuon tutkimusalue. Ote peruskartasta. Mittakaava 1:35 000. © MML 2014

Liite 3



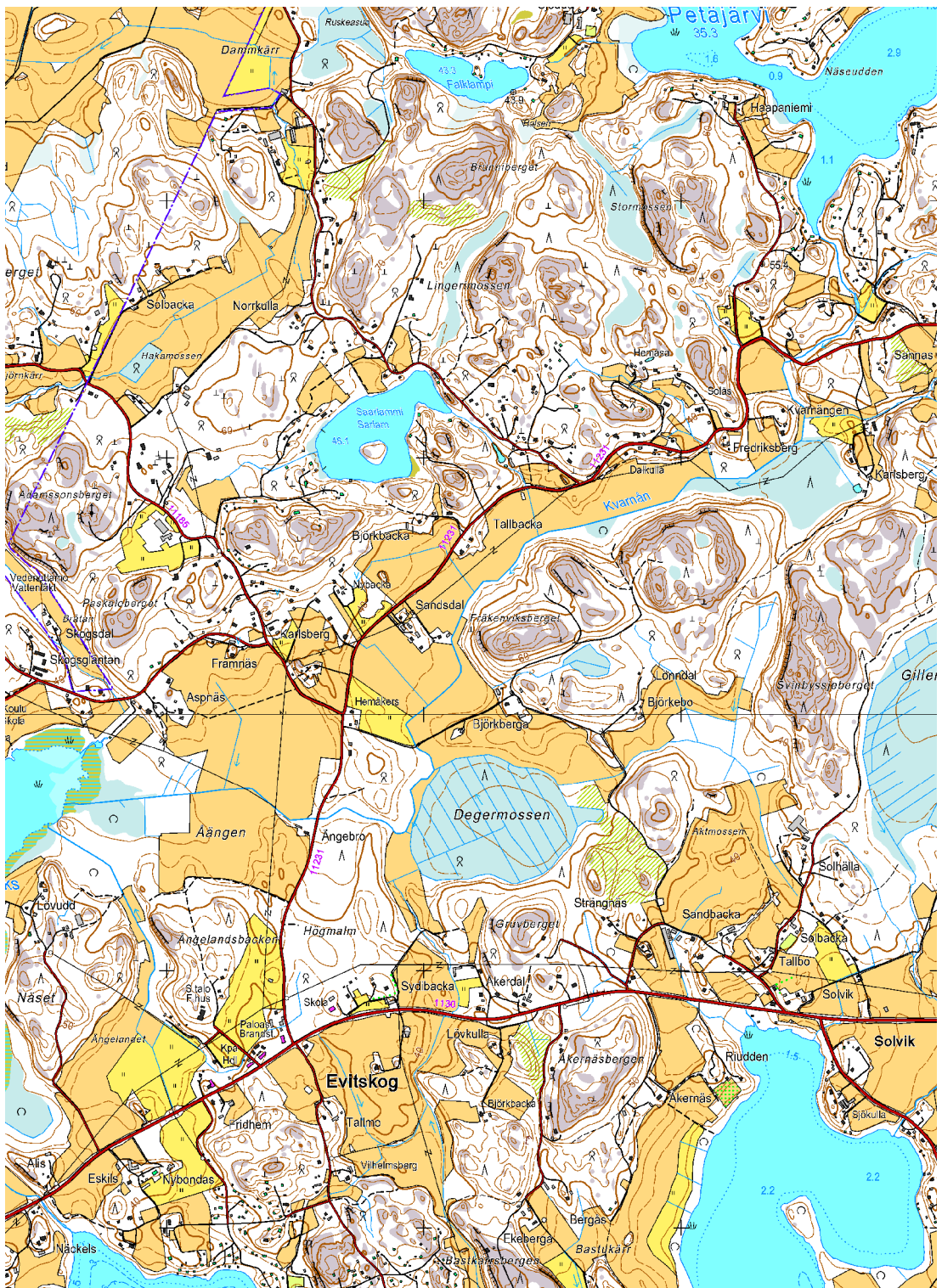
Lyllysuo tutkimusalue. Ote peruskartasta. Mittakaava 1:20 000. © MML 2014

Liite 4

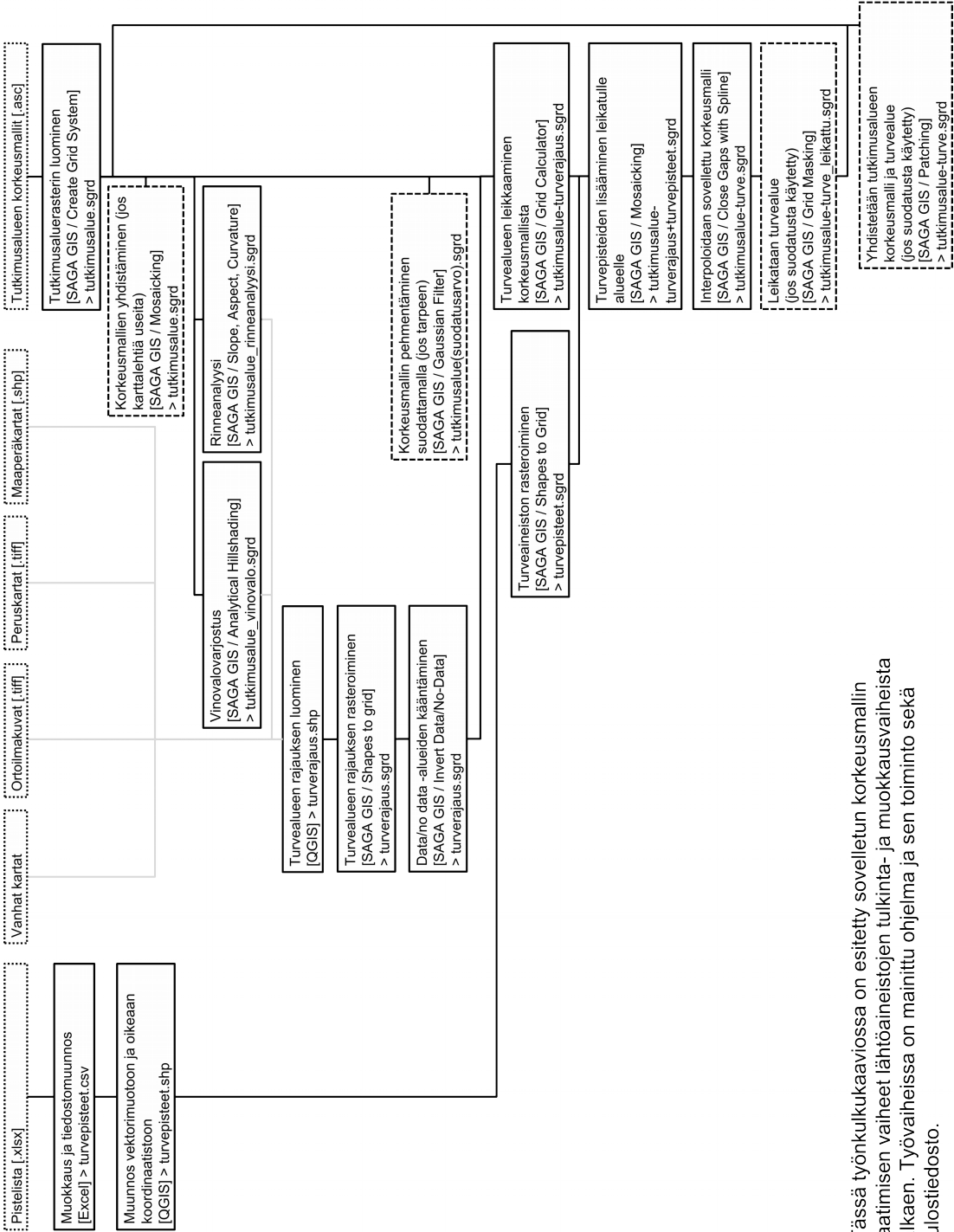


Järvensuo-Takasuon tutkimusalue. Ote peruskartasta. Mittakaava 1:20 000.
© MML 2014

Liite 5



Degermossenin tutkimusalue. Ote peruskartasta. Mittakaava 1:25 000. © MML 2014



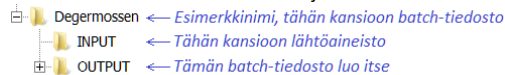
Tässä työnkukkaaviossa on esitetty sovelletun korkeusmallin laatimisen vaiheet lähtöaineistojen tulkinta- ja muokkausvaiheista alkaen. Työvaiheissa on mainittu ohjelma ja sen toiminto sekä tulostiedosto.

Liite 7

Tässä liitetaulukossa oleva teksti on SAGA GIS -ohjelmalle laadittu työvaiheita automatisoivan batch-komentosarjatiedoston koodi, joka toimii Windows-käyttöjärjestelmissä. Batch-tiedoston voi luoda kopioimalla tekstin sellaisenaan esimerkiksi Muistioon (Notepad) ja antamalla tiedostopäätteeksi .BAT. Muutoin tiedoston nimellä ei ole väliä. Komentosarja käynnistyy, kun tiedosto avataan.

Tiedosto tarvitsee lähtöaineistokseen yhden tai useamman .ASC -muotoisen korkeusmallirasterin (esim. MML:n korkeusmalli 2m, tiedostonimellä ei väliä), pistemäiseen .SHP-muotoon **[turvepisteet.shp]** tallennetun turvepisteaineiston sekä aluemaiseen .SHP-muotoon **[turvealue.shp]** luodun turvealueen rajauksen. Jotta batch-tiedosto osaisi lukea tiedostoja oikein, on tiedostonimien oltava täsmälleen tämän ohjeistuksen mukaiset, ja turvepistetiedostossa suon pohjan korkeustieto (N2000-järjestelmässä) oltava sarakkeesessa 20.

Batch-tiedosto tulee sijoittaa tutkimusaluekohtaiseen kansioon, jonka nimellä ei ole väliä. Lähtöaineisto sijoitetaan alikansioon "INPUT".



Ennen tiedoston käyttöä saga_cmd-ohjelma ja saga_mlb-moduulikirjasto täytyy asettaa käyttöjärjestelmän ympäristömuuttujiksi. Ohjeet englanniksi osoitteessa: <http://sourceforge.net/p/saga-gis/wiki/Executing%20Modules%20with%20SAGA%20CMD/> (luettu 12.10.2014).

Rivin lopussa oleva ^-merkki ilmoittaa, että lause on pitkä ja se jatkuu seuraavalla rivillä; kopioitaessa koodi tekstieditoriin pitkät rivit voidaan yhdistää ja ^-merkki voidaan poistaa. Tyhjat rivit on madallettu tässä tilan säästämiseksi, ja koodia on selkeyden vuoksi värjätty (merkitys: **dos/batch-komento**, **aliohjelma**, **muuttuja**, **kommentti**, **saga_cmd-kutsu**).

Komentosarja:

```
@echo off
::Määritetään työkansioksi tämän batch-tiedoston sijainti
set WORK=%~dp0

:Aloitus
echo.
echo [ 1 ] - Tutkimusalueen luominen
echo [ 2 ] - Tutkimusalueen analyysit turvealueen rajausta varten
echo [ 3 ] - Sovelletun korkeusmallin interpolointi
echo [ 4 ] - Visualisoinnit - vinovalovarjoste
echo [ 5 ] - Visualisoinnit - pohjamaalajit
echo [ 6 ] - Visualisoinnit - muinaisvedenpinta (korkeuskayra)
echo [ 7 ] - Turpeen kokonaispaksuus
echo [ 8 ] - Turpeen paksuus suhteessa muinaiseen vedenpintaan
echo.

set /p TOIMINTO=Toiminto nro:
call:%TOIMINTO%

goto:Aloitus

:1
echo 1 - Tutkimusalueen luominen

::Luodaan OUTPUT-kansio ja sen alikansio TUTKIMUSALUE
md %WORK%OUTPUT\TUTKIMUSALUE

::Tarkistetaan, montako ESRI ASCII (.asc) -tiedostoa INPUT-kansiossa on
set ASC=0
for %%A in (%WORK%INPUT\*.asc) do set /a ASC+=1

::Jos INPUT-kansiossa on vain 1 ESRI ASCII -tiedosto:
if %ASC% equ 1 call:1A

::Jos INPUT-kansiossa on useampi kuin 1 ESRI ASCII -tiedosto:
if %ASC% gtr 1 call:1B
```

```
echo Valmis.
goto:eof

:1A
::Muunnetaan Input-kansion ESRI ASCII -tiedosto SAGA GIS (.sgrd) ^
-rasteriksi ja siirretään se kansioon OUTPUT\TUTKIMUSALUE
for /f %%i in ('DIR /b %WORK%INPUT\*.asc') do saga_cmd io_grid ^
"Import ESRI Arc/Info Grid" -FILE=%WORK%INPUT\%%i -GRID=^
%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd -GRID_TYPE=2 -NODATA=0
goto:eof

:1B
::Luodaan kaikista ESRI ASCII -rastereista SAGA GIS (.sgrd) -rasterit ja ^
siirretään ne kansioon OUTPUT\TUTKIMUSALUE
for /F %%i in ('DIR /B %WORK%INPUT\*.asc') do (
saga_cmd io_grid "Import ESRI Arc/Info Grid" -FILE=%WORK%INPUT\^
%%i -GRID=%WORK%OUTPUT\TUTKIMUSALUE\%%i.sgrd ^
-GRID_TYPE=2 -NODATA=0
)

::Luodaan lista tutkimusalueeseen sisällytettävistä rastereista
setlocal enabledelayedexpansion enableextensions
set TIEDOSTOLISTA=
for %%x in (%WORK%OUTPUT\TUTKIMUSALUE\*.sgrd) do set ^
TIEDOSTOLISTA=!TIEDOSTOLISTA!;%%x
set TIEDOSTOLISTA=%TIEDOSTOLISTA:~1%

::Luodaan tutkimusalueelle oma rasterijärjestelmä
saga_cmd grid_tools "Create Grid System" -GRID=%WORK%OUTPUT\^
tutkimusalue.sgrd -M_EXTENT=3 -CELLSIZE=2 -ADJUST=0 ^
-INIT=1.000000 -GRIDLIST=%TIEDOSTOLISTA%

::Yhdistetään korkeusmallit tutkimusalueen rasterijärjestelmään
saga_cmd grid_tools "Mosaicking" -GRIDS=%TIEDOSTOLISTA% ^
-TYPE=7 -INTERPOL=0 -OVERLAP=4 -BLEND_DIST=10.000000 ^
-TARGET=1 -GRID_GRID=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd

goto:eof

:2
echo 2 - Tutkimusalueen analyysit turvealueen rajaamista varten

::Luodaan vinovalovarjosterasteri
saga_cmd ta_lighting "Analytical Hillshading" -ELEVATION=%WORK%^
OUTPUT\tutkimusalue.sgrd -SHADE=%WORK%OUTPUT\^
tutkimusalue_vinovalo.sgrd -METHOD=0 -AZIMUTH=315.000000 ^
-DECLINATION=45.000000 -EXAGGERATION=4.000000 -NDIRS=8 ^
-RADIUS=100.000000

::Luodaan rinneanalyysirasteri
saga_cmd ta_morphometry "Slope, Aspect, Curvature" -ELEVATION=^
%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd -SLOPE=%WORK%OUTPUT\^
tutkimusalue_rinneanalyysi.sgrd -METHOD=5

goto:eof

:3
echo 3 - Sovelletun korkeusmallin interpolointi

set /p SUOD=Suodatusarvo (tyhjä = ei suodatusta):

::Tehdään Gauss-suodatus
if [%SUOD%] neq [] saga_cmd grid_filter "Gaussian Filter" -INPUT=^
%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd -RESULT=%WORK%^
OUTPUT\tutkimusalue%SUOD%.sgrd -SIGMA=1.000000 -MODE=1 ^
-RADIUS=%SUOD%

::Luodaan turvepisteille oma rasteri
saga_cmd grid_tools "Create Grid System" -GRID=%WORK%^
OUTPUT\turvepisteet.sgrd -M_EXTENT=3 -CELLSIZE=2 -ADJUST=0 ^
-INIT=1.000000 -GRIDLIST=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd
```

<pre> ::Muunnetaan turvepisteet rasteriksi saga_cmd grid_gridding "Shapes to Grid" -INPUT=%WORK%^ INPUT\turvepisteet.shp -FIELD=20 -OUTPUT=2 -MULTIPLE=4 ^ -LINE_TYPE=1 -POLY_TYPE=1 -GRID_TYPE=3 -TARGET=1 -GRID_GRID=^ %WORK%OUTPUT\turvepisteet.sgrd </pre>	<pre> goto:eof :5 echo 5 - Visualisoinnit - pohjamaalajit </pre>
<pre> ::Luodaan turverajaukselle oma rasteri saga_cmd grid_tools "Create Grid System" -GRID=%WORK%^ OUTPUT\turverajaus.sgrd -M_EXTENT=3 -CELLSIZE=2 -ADJUST=0 ^ -INIT=1.000000 -GRIDLIST=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd </pre>	<pre> ::Luodaan turvepisteille Thiessenin polygonit saga_cmd shapes_points "Thiessen Polygons" -POINTS=%WORK%^ INPUT\turvepisteet.shp -FRAME=100 -POLYGONS=%WORK%^ OUTPUT\turvepisteet_polygonit.shp </pre>
<pre> ::Muunnetaan turverajaus rasteriksi saga_cmd grid_gridding "Shapes to Grid" -INPUT=%WORK%^ INPUT\turverajaus.shp -OUTPUT=0 -GRID_TYPE=3 -TARGET=1 ^ -GRID_GRID=%WORK%OUTPUT\turverajaus.sgrd </pre>	<pre> ::Leikataan edellä luotujen polygonien turverajan ylittävät osat saga_cmd shapes_polygons "Polygon Clipping" -CLIP=%WORK%^ INPUT\turverajaus.shp -S_INPUT=%WORK%^ OUTPUT\turvepisteet_polygonit.shp -S_OUTPUT=NULL -M_INPUT=^ %WORK%INPUT\turverajaus.shp;%WORK%^ OUTPUT\turvepisteet_polygonit.shp -M_OUTPUT=%WORK%^ OUTPUT\turvepisteet_polygonit.shp -MULTIPLE </pre>
<pre> ::Käännetään turverajauksen DATA/NO-DATA-alueet päinvastaisiksi saga_cmd grid_tools "Invert Data/No-Data" -INPUT=%WORK%^ OUTPUT\turverajaus.sgrd -OUTPUT=%WORK%OUTPUT\^ turverajaus_invert.sgrd </pre>	<pre> echo Valmis. goto:eof </pre>
<pre> ::Leikataan turverajaus tutkimusalueen korkeusmallista saga_cmd grid_calculus "Grid Calculator" -GRIDS=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue.sgrd;%WORK%OUTPUT\turverajaus_invert.sgrd ^ -RESULT=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-turverajaus.sgrd ^ -FORMULA=g1*g2 -TYPE=7 </pre>	<pre> :6 echo 6 - Visualisoinnit - muinaisvedenpinta (korkeuskayra) set PINTA= set /p PINTA=Muinaisen vedenpinnan taso (N2000, desimaalierotin=^ piste, tyhja=lopeta): if [%PINTA%] equ [] goto:eof </pre>
<pre> ::Luodaan koko aineiston yhdistämistä varten oma rasteri saga_cmd grid_tools "Create Grid System" -GRID=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turverajaus+turvepisteet.sgrd -M_EXTENT=3 ^ -CELLSIZE=2 -ADJUST=0 -INIT=1.000000 -GRIDLIST=%WORK%OUTPUT\^ tutkimusalue.sgrd </pre>	<pre> ::Luodaan muinaisen vedenpinnan tasolle korkeuskäyrät saga_cmd shapes_grid "Contour Lines from Grid" -INPUT=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turve.sgrd -CONTOUR=%WORK%^ OUTPUT\pinta_%PINTA%.shp -OUTPUT_FORMAT=0 -ZMIN=%PINTA% ^ -ZMAX=%PINTA% -ZSTEP=1 </pre>
<pre> ::Yhdistetään edellä tuotetut aineistot yhteen rasteriin saga_cmd grid_tools "Mosaicking" -GRIDS=%WORK%^ OUTPUT\turvepisteet.sgrd;%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-^ turverajaus.sgrd -TYPE=7 -INTERPOL=0 -OVERLAP=4 ^ -BLEND_DIST=10.000000 -TARGET=1 -GRID_GRID=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turverajaus+turvepisteet.sgrd </pre>	<pre> call:6 echo Valmis. goto:eof </pre>
<pre> ::Interpoloidaan turpeen alaraja moduulilla "Close Gaps with Spline" saga_cmd grid_tools "Close Gaps with Spline" -GRID=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turverajaus+turvepisteet.sgrd -MAXGAPCELLS=0 ^ -CLOSED=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-turve%SUOD%.sgrd ^ -MAXPOINTS=100000 -LOCALPOINTS=100000 -NEIGHBOURS=0 ^ -RADIUS=0 -RELAXATION=0.000000 </pre>	<pre> :7 echo 7 - Turpeen kokonaispaksuus ::Lasketaan turpeen paksuus saga_cmd grid_calculus "Grid Calculator" -GRIDS=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue.sgrd;%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-^ turve.sgrd;%WORK%OUTPUT\turverajaus.sgrd -RESULT=%WORK%^ OUTPUT\turvesyvyys.sgrd -FORMULA=(g1-g2)*g3 -NAME=turvesyvyys ^ -FNAME -TYPE=7 </pre>
<pre> ::Mikäli Gauss-suodatusta käytetty, leikataan turvealueen käsittämä alue if [%SUOD%] neq [] saga_cmd grid_tools "Grid Masking" -GRID=^ %WORK%OUTPUT\tutkimusalue-turve%SUOD%.sgrd -MASK=%WORK%^ OUTPUT\turverajaus.sgrd -MASKED=%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-^ turve_leikattu.sgrd </pre>	<pre> echo Valmis. goto:eof </pre>
<pre> ::Mikäli Gauss-suodatusta käytetty, liitetään leikattu alue ^ tutkimusalueeseen if [%SUOD%] neq [] saga_cmd grid_tools "Patching" -ORIGINAL=^ %WORK%OUTPUT\tutkimusalue-turve_leikattu.sgrd -ADDITIONAL=^ %WORK%OUTPUT\tutkimusalue.sgrd -COMPLETED=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turve.sgrd -INTERPOLATION=0 </pre>	<pre> :8 echo 8 - Turpeen paksuus suhteessa muinaiseen vedenpintaan set PINTA= set /p PINTA=Muinaisen vedenpinnan taso (N2000, desimaalierotin=^ piste, tyhja=lopeta): if [%PINTA%] equ [] goto:eof </pre>
<pre> echo Valmis. goto:eof </pre>	<pre> ::Lasketaan tietyn muinaisvedenpinnan tason yläpuolella olevan ^ turpeen paksuus </pre>
<pre> :4 echo 4 - Visualisoinnit - vinovalovarjoste </pre>	<pre> saga_cmd grid_calculus "Grid Calculator" -GRIDS=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue.sgrd;%WORK%OUTPUT\tutkimusalue-^ turve.sgrd;%WORK%OUTPUT\turverajaus.sgrd -RESULT=%WORK%^ OUTPUT\turvesyvyys-pinta_%PINTA%.sgrd -FORMULA=^ "((g1>%PINTA%)*(g1-%PINTA%)-(g2>%PINTA%)*(g2-%PINTA%))*g3" ^ -NAME=turvesyvyys-vedenpinta -FNAME -TYPE=7 </pre>
<pre> ::Luodaan sovelletun korkeusmallin vinovalovarjosterasteri saga_cmd ta_lighting "Analytical Hillshading" -ELEVATION=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turve.sgrd -SHADE=%WORK%^ OUTPUT\tutkimusalue-turve_vinovalo.sgrd -METHOD=0 ^ -AZIMUTH=315.000000 -DECLINATION=45.000000 ^ -EXAGGERATION=4.000000 -NDIRS=8 -RADIUS=100.000000 </pre>	<pre> call:8 echo Valmis. goto:eof </pre>
<pre> echo Valmis. </pre>	